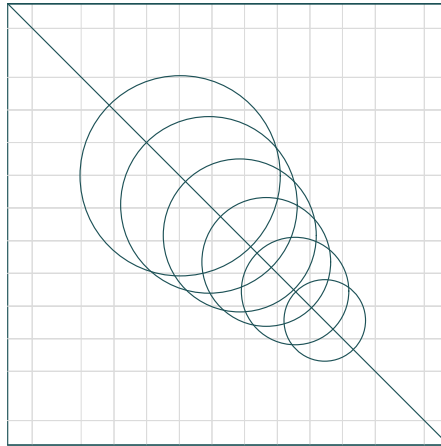


GBC del Mediterráneo



- Elena Martínez Cebrián -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Trabajo Final de Máster

Tutores: Enrique Fernández-Vivancos González

Ricardo Manuel Meri de la Maza

Guillermo González Pérez



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Universitat Politècnica de València
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Máster en Arquitectura. Curso 2018-2019

ÍNDICE |

1	
Desarrollo y sostenibilidad.....	4
Verde que te quiero verde.....	6
Referencias y aproximaciones.....	8
2	
Memoria y futuro.....	12
Naturaleza de un espacio.....	16
Condiciones de diseño.....	20
Formalización del proyecto.....	25
3	
El edificio.....	28
Centro de trabajo y conocimiento.....	30
SÍNTESIS 	34

“El sol no supo de su grandeza hasta que incidió sobre la cara de un edificio.”

Louis Kahn

Desarrollo y sostenibilidad:

Una búsqueda a través del proyecto

La humanidad; su salud y bienestar; la educación de calidad; la igualdad; la opción a los recursos de saneamiento y de energías no contaminantes; el trabajo decente y el crecimiento económico; la innovación e infraestructura industrial; las comunidades sostenibles; la producción y el consumo responsable; los ecosistemas submarinos y terrestres; las alianzas, justicia y paz sólidas; la acción por el clima.

Hoy en día todo el mundo comenta estos términos sociales y políticos, pero hasta ahora mucha gente no tiene clara su concepción y significado. Lo que en general se puede agrupar en “*un modo de vida y desarrollo sostenible*” es una cuestión desconocida y descuidada para muchos de nosotros que ha provocado la situación global actual, en la que todas las materias anteriormente citadas tienen un estado de incertidumbre.

La temperatura del planeta aumenta, las especies se extinguen, las desigualdades sociales se intensifican, los recursos se agotan, sigue habiendo gran presencia del nivel de pobreza y hambre, se han multiplicado los ritmos de vida poco saludables, etc. Son ejemplos de los hechos que desde el siglo pasado han resultado del desarrollo llevado a cabo y el olvido de parte del *conocimiento popular y tradicional*.

Es por ello que la sociedad ha hecho *click* y desde hace unos años intenta mediar esta situación y así se promueven iniciativas y objetivos internacionales para lograrlo. Un ejemplo de ello son los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS), son unas medidas y metas acordadas sobre los conceptos nombrados al principio del texto, para que, con la colaboración de todos: gobiernos, el sector privado, la sociedad civil..., se controlen y erradiquen los problemas e injusticias del planeta en un periodo de tiempo aproximado de unos 15 años.

Otra muestra del impulso que se está llevando a cabo, es la presencia de asociaciones como de la que se ocupa este proyecto, el Green Building Council (GBC), una asociación de competencia global, volcada en la transformación del mercado de la arquitectura hacia una edificación más sostenible. A todos los niveles, desde la concepción, al desarrollo, la producción y ejecución, etc. Todo esto además, abogando por el cumplimiento de los ODS.

De esta manera, el proyecto planteado es el diseño de una de las sedes de esta asociación, la sede del GBC del mediterráneo (GBCm), toda una oportunidad para llevar a cabo sus directrices, ser ejemplo físico de su cometido.



Verde que te quiero verde.

La ideación de proyecto nace a partir del análisis de la cuestión en sí y de su función: la sostenibilidad y el papel que ejerce el GBC para difundirla.

Es decir, por un lado, la **sostenibilidad**, ¿A quién concierne y a qué nivel? Es un asunto global que afecta a todo el medioambiente y a toda la sociedad, pero que se debe de trabajar, no sólo internacionalmente y a través de los grandes medios, sino también desde la actitud individual, con pequeños gestos del día a día de nuestra vida.

Por otro lado, el **cometido del GBC**, es el ser un motor de energía hacia esa sostenibilidad, ya sea con su acción reguladora de la edificación, como con su actividad divulgativa y educativa sobre las estrategias y los recursos a seguir.

Así pues, la sede del GBCm debe de ser un espacio que represente todo ello:

La generalización y la individualización de lo sostenible.

La índole pública desde la agrupación privada.

La innovación atendida desde la tradición.

El proyecto de esta manera se desarrolla con unas estrategias arquitectónicas basadas en la **dualidad**, tratando de hacer referencia al carácter diverso de la cuestión.



Referencias y aproximaciones.

Declaración de intenciones

Para abordar la dualidad, se trabaja de un modo disciplinar, es decir, desde un rigor formal y la exactitud. El distanciamiento y la abstracción del proyecto para poder dar respuesta a la función a desarrollar, vinculándose a la experiencia del espacio. Así, se recurre a la geometría, seriación y precisión para seguir un sistema constructivo sencillo pero a la vez complejo que, con la condición del lugar y con el uso de estrategias tradicionales, se dé respuesta al proyecto.

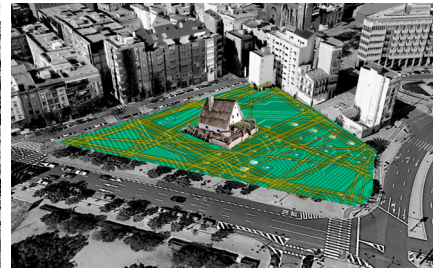
La primera aproximación a todo esto se lleva a cabo a través del *juego* de los condicionantes de la ciudad y las posibilidades arquitectónicas.



público / privado



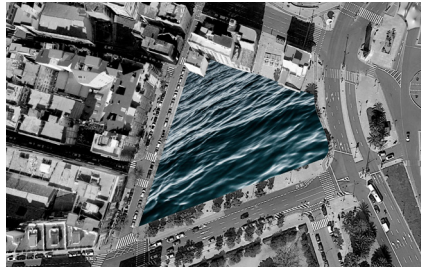
abierto / cerrado



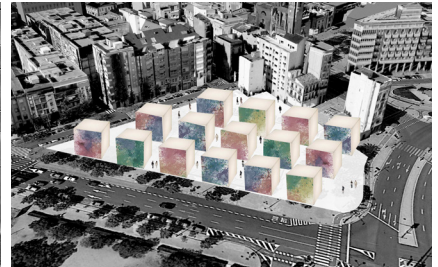
tradicón / innovación



flexible / compacto



mar / tierra



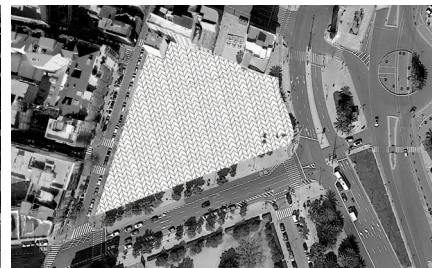
igualdad / diversidad



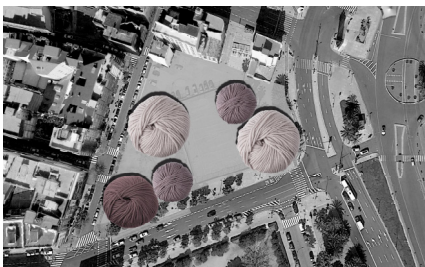
pesadez / ligereza



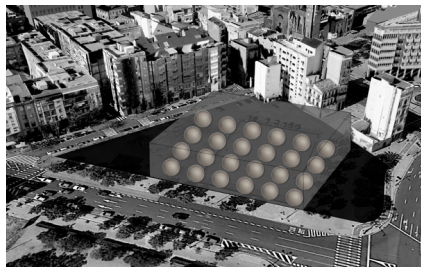
interior / exterior



sistema / particular



sencillez / complejidad



opaco / transparente



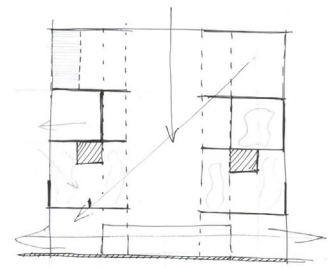
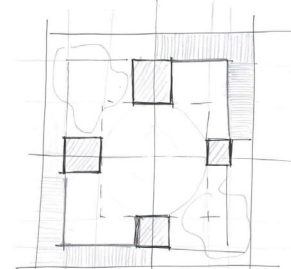
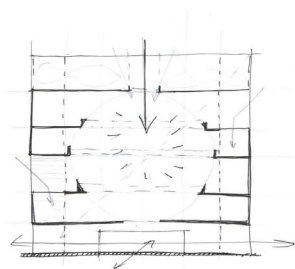
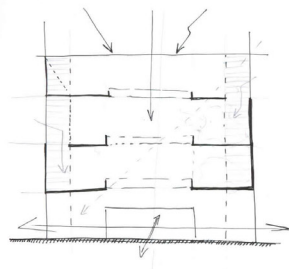
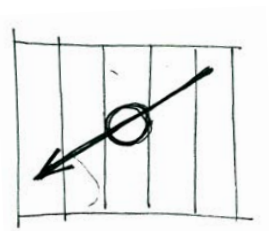
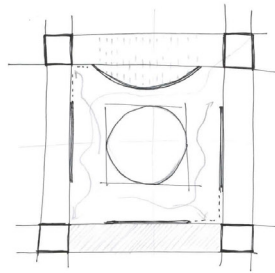
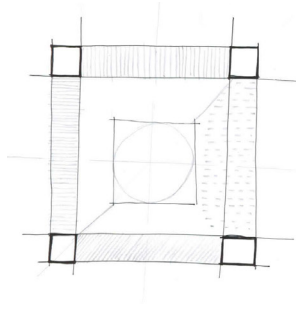
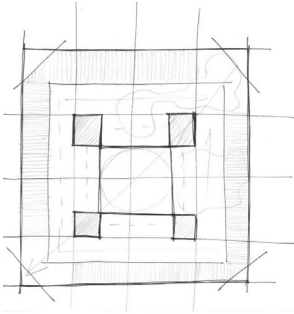
identidad / diferenciación

Además, una de las referencias analizadas para la formalización de todo lo dicho, ha sido el ejercicio arquitectónico de Mansilla y Tuñón, donde se aprecia la articulación del objeto y el concepto; la experiencia del espacio; el trabajo de la razón, de los sistemas y de la forma y la luz.

Una de las características clave del GBC que se ha tenido en cuenta para el diseño arquitectónico, es precisamente su labor *de guía*, vinculándolo en parte con el carácter moral y de grandeza de tipologías públicas y de conocimiento. Así que otro referente estudiado para el proyecto es Louis Kahn con sus nociones de espacio, iluminación y abstracción.

Por ejemplo la Biblioteca de la Phillips Exeter Academy es planteada como “*un refugio sereno para el estudio, la lectura y la reflexión*”; estructurada en tres partes inscritas en un cubo de manera que se generan los distintos espacios de almacenamiento y lectura junto con un gran vacío central en el que el manejo de la luz crea un espacio de gran carácter emocional.

De esta manera, los primeros esquemas planteados sobre el edificio tratan el carácter dual a través del orden geométrico de la **línea y la curva, la luz y las sombras y el vacío y el espacio.**



Memoria y futuro.

Aproximación al lugar

El proyecto se sitúa en el barrio del Grao, en Valencia. En la zona donde convergen la avenida del Puerto y la calle Juan Verdeguer, ocupando justo un punto de encuentro entre la ciudad de manzana residencial y la costa del mar.



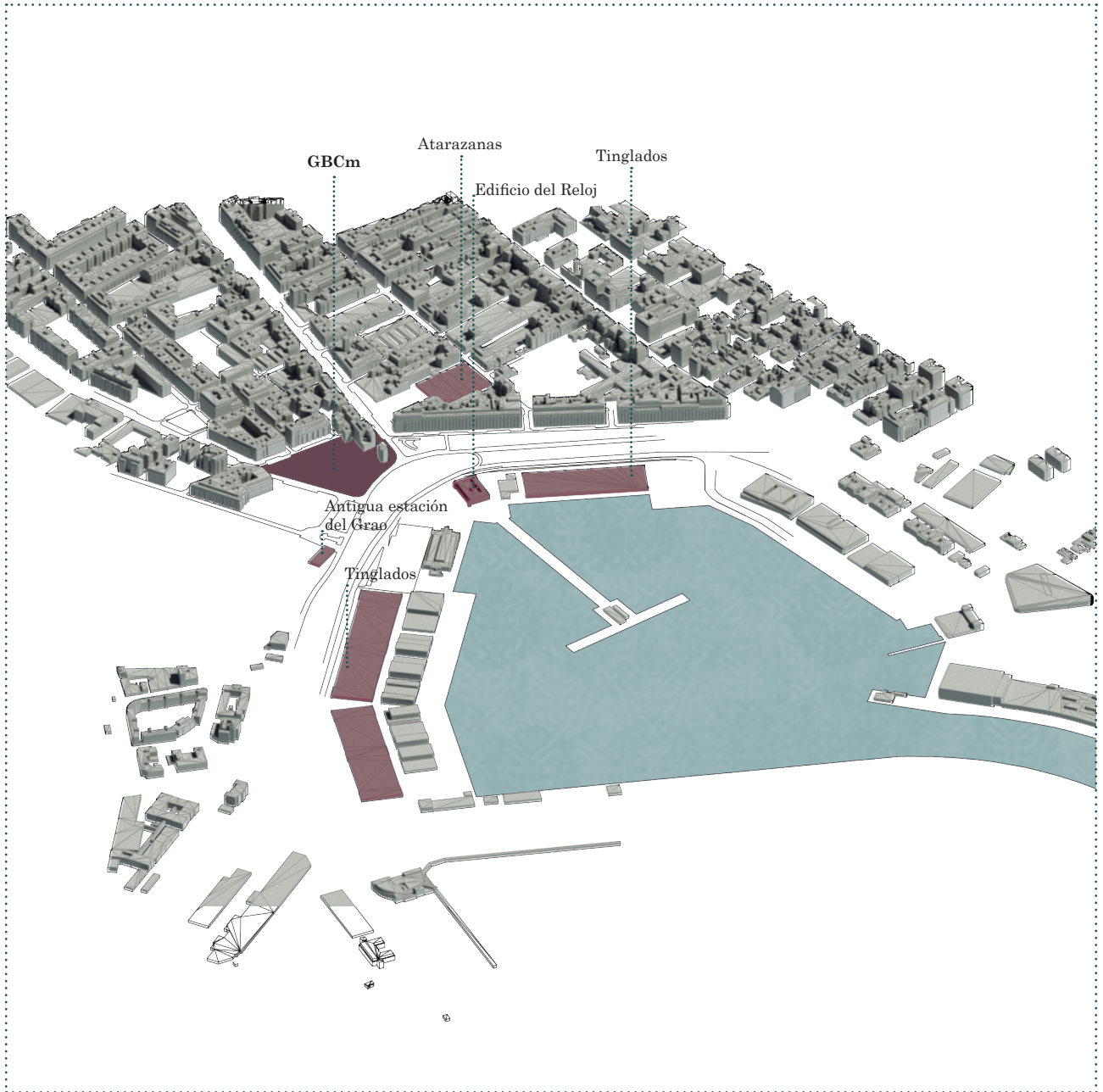
Esta zona se ha caracterizado tradicionalmente por la industria marinera, siendo parte de los antiguos Poblados Marítimos, junto a Nazaret y El Cabanyal. De esta manera, se encuentran algunos hitos históricos relacionados con estas actividades como las atarazanas del puerto y los tinglados, y otros monumentos como el edificio del reloj o la antigua estación marítima.

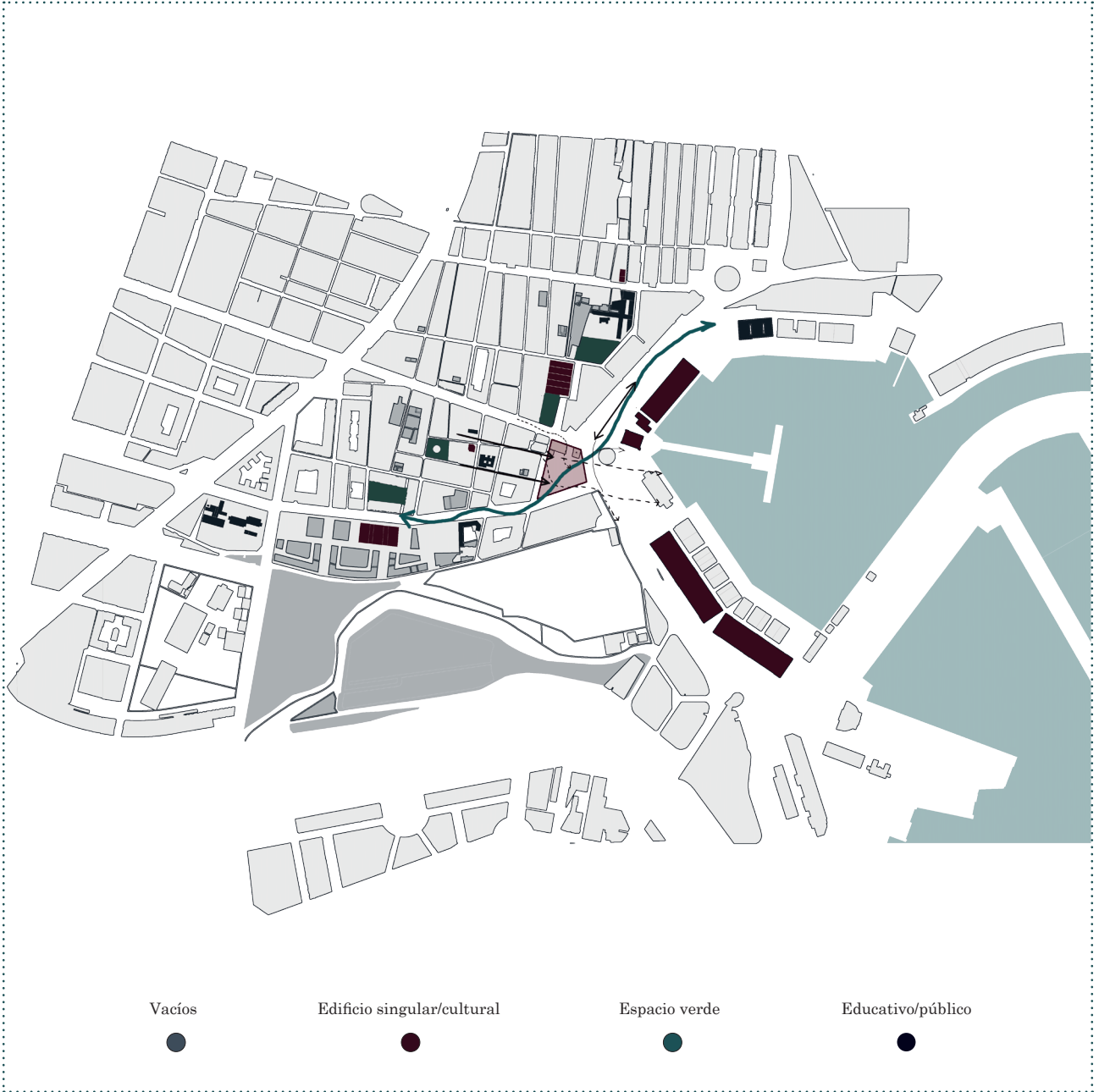


La estructura urbana resulta ser una amalgama de tramas y alineaciones entre los distintos barrios (poblados). Esto es debido a sus distintos crecimientos. En el caso del Grao, el paso de su función principal, la industria marítima, a la incorporación de la función residencial, es lo que ha generado su organización.

La presencia del puerto ha ido creciendo desde sus inicios hasta ocupar un área más grande incluso que el casco antiguo de la ciudad. Colmatando en la combinación de actividades marítimas de diversos tipos como terminales de contenedores, gráneles, vehículos y cruceros; con lonjas, zonas comerciales, edificios complementarios a la actividad marítima; y espacios deportivos y lúdicos.

Además de todo esto, el lugar ha sido propósito para albergar estructuras de gran carácter como el circuito de fórmula 1 o el planteamiento del PAI del Grao.





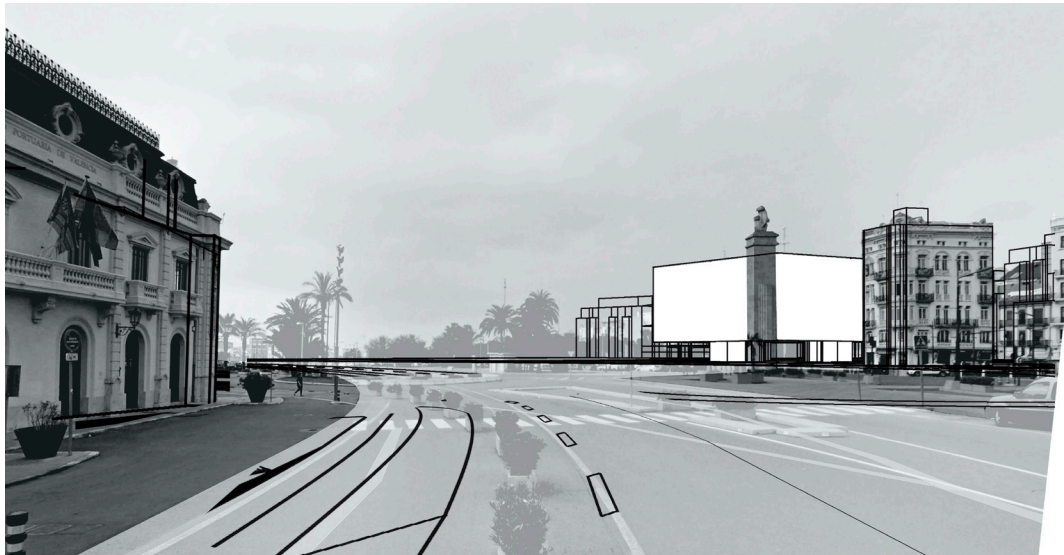
Naturaleza de un espacio.

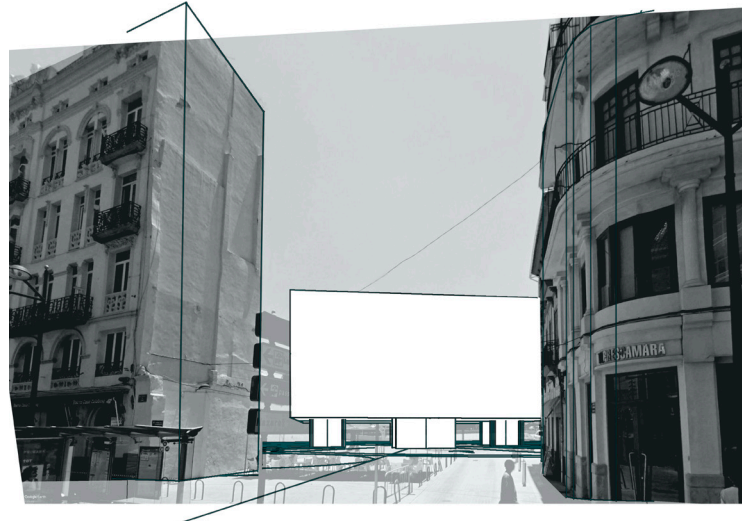
Disposición y estrategia

A destacar es el hecho de que el lugar de implantación es un punto de conexión y combinación de distintos tejidos urbanos, es por ello que se pretende que el proyecto actúe como *rótula* que articula las diferentes realidades.

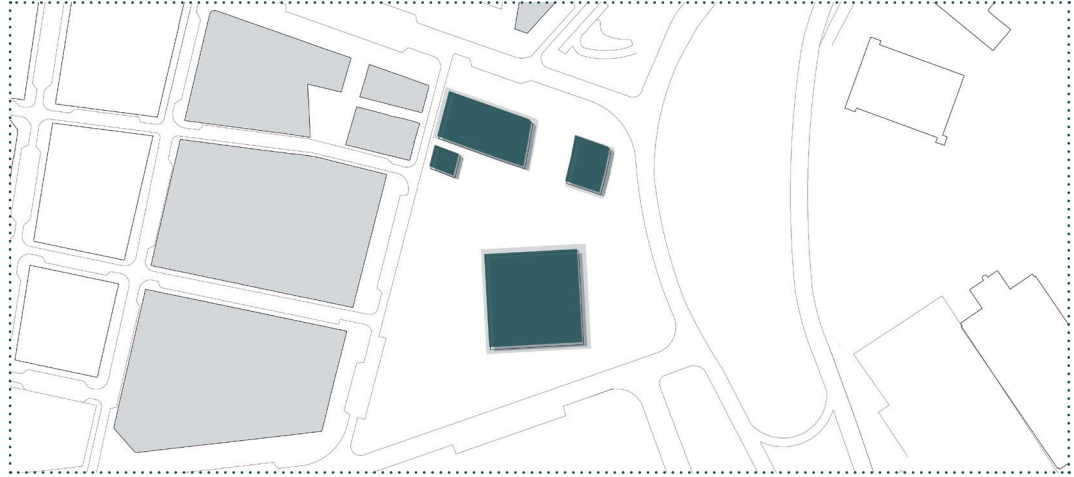
Se encuentra por un lado, una estructura verde escasa e intermitente, y por otro, una estructura viaria diversa que presenta diferentes secciones viarias que afectan al modo de llegada y paso de la parcela. Las avenidas *del Puerto* y *del ingeniero Manuel Soto* junto con la calle *Juan Verdeguer*, por ejemplo, presentan una intensa circulación rodada en comparación con las calles colindantes del lugar.

Se pretende situar el proyecto en el punto de encuentro de estos flujos y accesos, aportando a su vez una terminación, es decir emplear el papel de ser **final de perspectiva**.





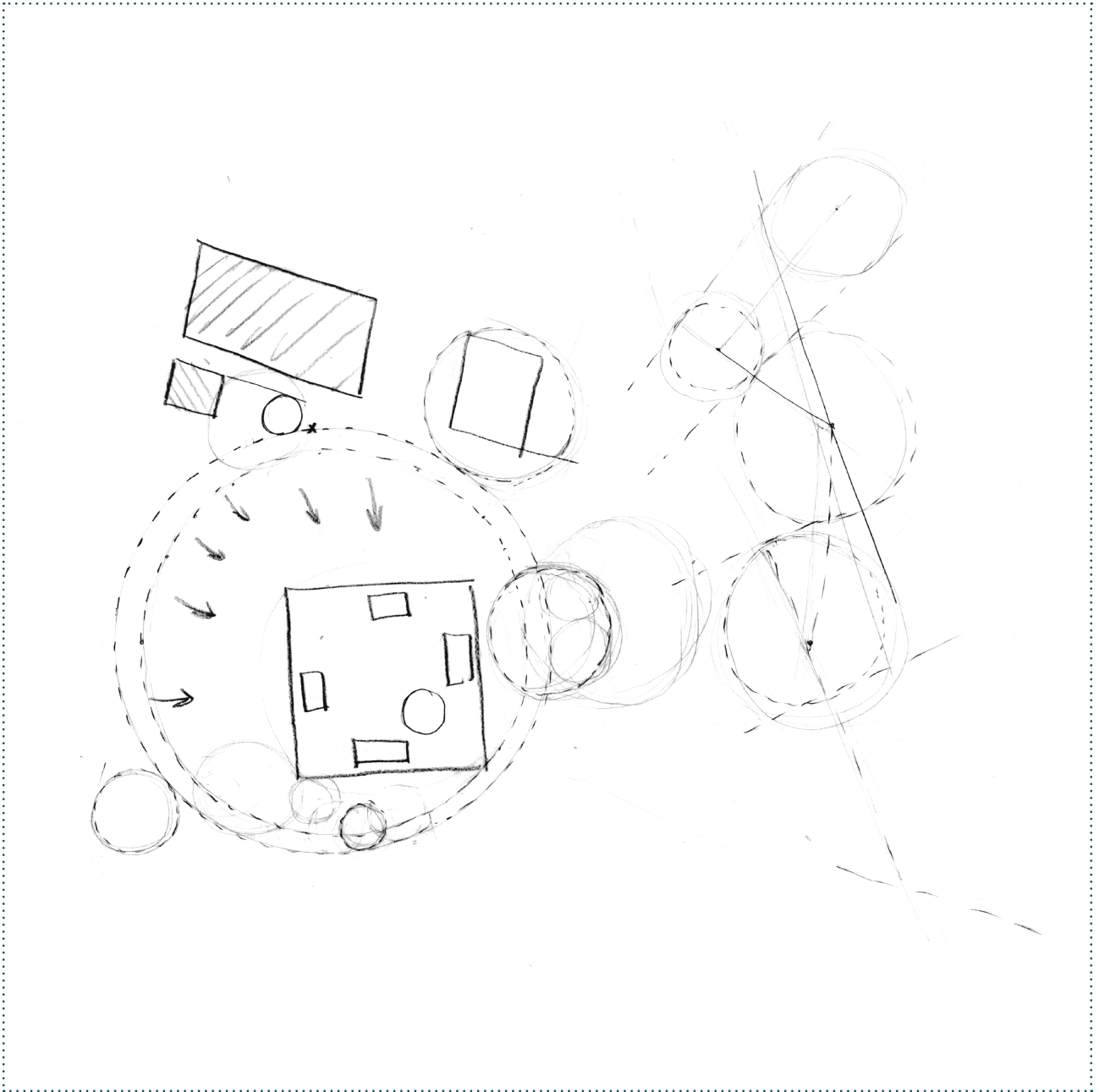
Además, en lo que es el interior de la parcela, se trata de situar el edificio de tal forma que choque con las tensiones internas, provocadas con el juego de los volúmenes preexistentes. Por otro lado, los recorridos interiores se pretenden que sean libres, pero regulados con las diferentes conexiones de un lugar a otro.



El espacio público que se trabaja en el terreno, se considera como un lugar de relación entre los vecinos del barrio que gira en torno al edificio, siendo un espacio de articulación social. Se trata de generar focos de actividades y escenas que favorezcan a su ocupación.

Con todo esto, la organización recurre a la **atracción del edificio** y a la **expansión hacia la ciudad**; los ejes compositivos surgen del GBC radialmente para intensificar la idea de articulación. Además, se rehúnde ligeramente parte de la plaza hacia el acceso del edificio, aportando mayor dinamismo.

La disposición del pavimento y del mobiliario también sigue esta composición, tratando además de invadir e interrumpir los recorridos largos de conexión de un lugar a otro, para generar una experiencia más rica y diversa.



Condiciones de diseño:

Soleamiento y ventilación

Para el desarrollo del edificio se pretende maximizar el aprovechamiento de las condiciones de este lugar con el fin de optimizar el buen uso y funcionamiento de la sede a nivel energético, de iluminación, de ventilación y de confort de los usuarios.

Por todo esto, son consideradas una serie de estrategias de diseño y climáticas según la época del año:

El objetivo principal seguido para invierno es calentar de una forma rápida y constante el interior del edificio, a través de sistemas solares pasivos y activos y manteniendo las ganancias internas mediante el control de los puentes térmicos.

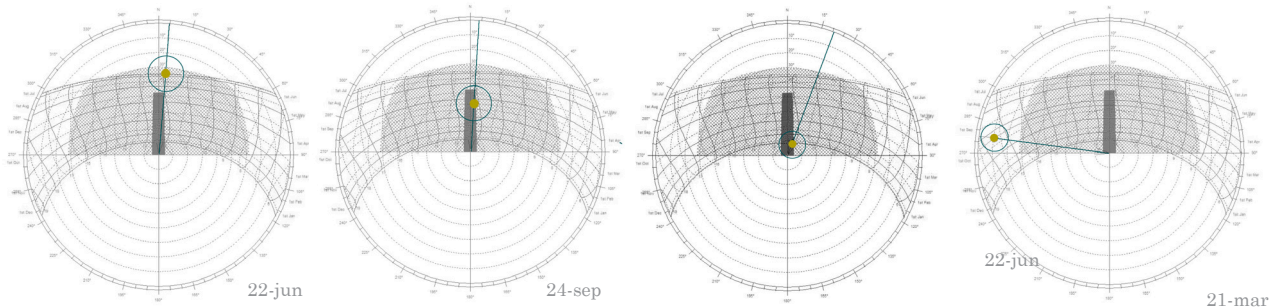
En verano se trata de asegurar una buena ventilación por todo el edificio y evitar el calor directo del sol.

Así, el diseño del edificio se formaliza mediante la estructuración de un atrio central que aporte luz natural adaptándose a la época del año; y de la ventilación del edificio a través de un cerramiento flexible (junto con la materialidad y elección de sistema de instalaciones).

Para ello, es llevado a cabo un análisis sobre la radiación solar y el régimen de viento para esta zona de Valencia. De lo que principalmente se destaca que:

- La radiación solar presenta mayor uniformidad en el periodo de 11-12h de la mañana a pesar de variación de orientación del sol a lo largo del año.

- La dirección en la que esta radiación se percibe varía de $112'5^{\circ}$ a Norte en verano respecto a $150'7^{\circ}$ en invierno.
- Los ángulos de solsticio y equinoccio son los que marcan la altura del sol, oscilando de $21'1^{\circ}$, 43° y $59'5^{\circ}$.
- La máxima velocidad del viento sigue una trayectoria sureste-noroeste, entorno a los 110° a Norte, principalmente en los meses de primavera y verano.



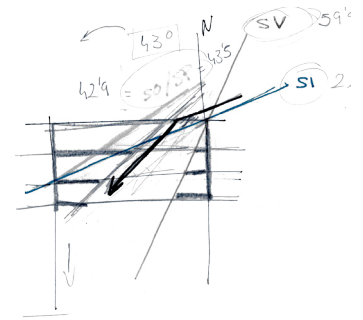
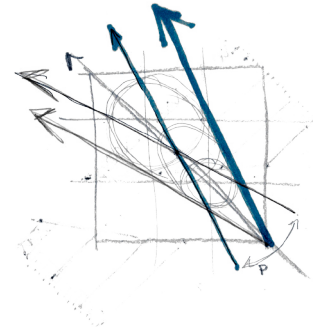
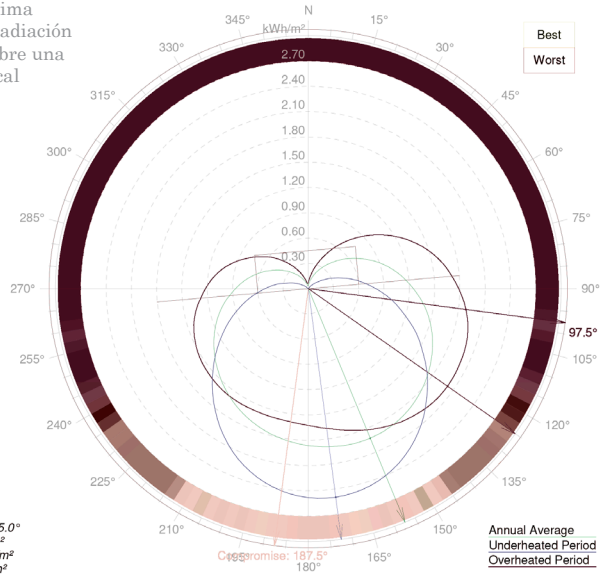
POSICIONAMIENTO SOLAR		ALTITUD	ORIENTACIÓN
Mayor altura	Solsticio de verano (21 junio)	$59'5^{\circ}$	$112'5^{\circ}$ a Norte
Menor altura	Solsticio de invierno (20 diciembre)	$21'1^{\circ}$	$150'7^{\circ}$ a Norte
Ecuador cielo-tierra	Equinoccio primavera y otoño (20 marzo y 23 septiembre)	43°	171° a Norte

*Daiagramas y datos obtenidos con el programa Ecotect(Autodesk) y su base de datos metereológicas

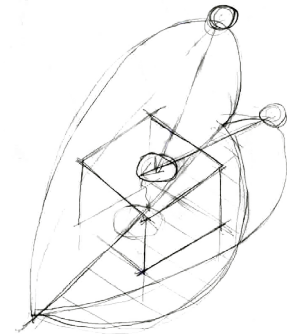
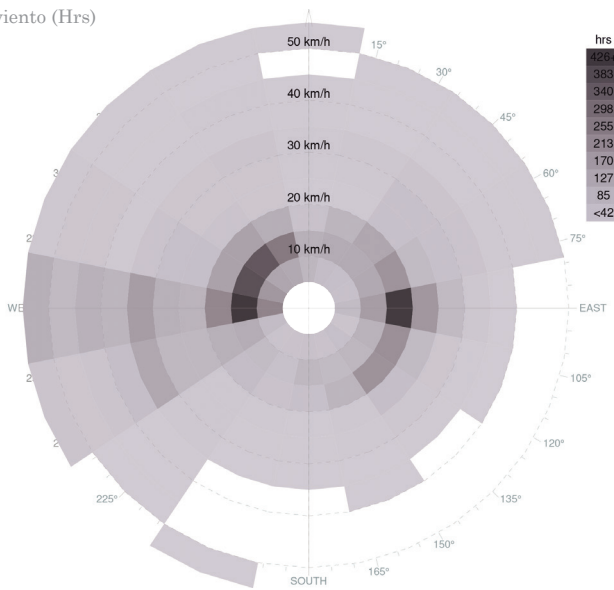
RADIACIÓN		
DIRECTA		
	Invierno (21 dic – 20 mar)	0'4 - 0'6 W/m ²
	Primavera (21 mar – 21 jun)	0'4 - 0'6 W/m ²
	Verano (22 jun – 23 sep)	0'5 - 0'8 W/m ²
	Otoño (24 sep – 20 dic)	0'4 - 0'6 W/m ²
DIFUSA		
	Invierno (21 dic – 20 mar)	0'1 - 0'25 W/m ²
	Primavera (21 mar – 21 jun)	0'2 - 0'3 W/m ²
	Verano (22 jun – 23 sep)	0'2 - 0'3 W/m ²
	Otoño (24 sep – 20 dic)	0'2 - 0'15 W/m ²

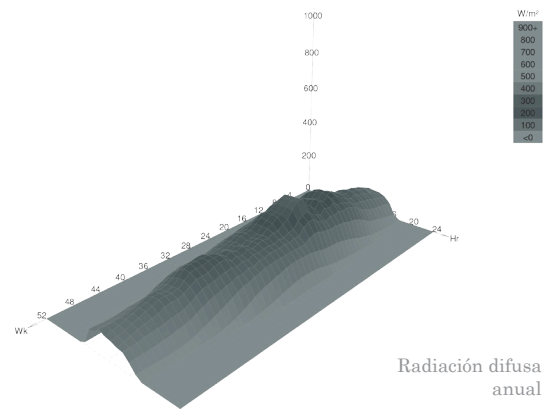
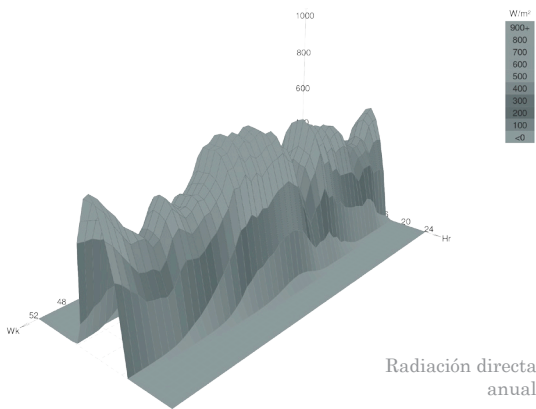
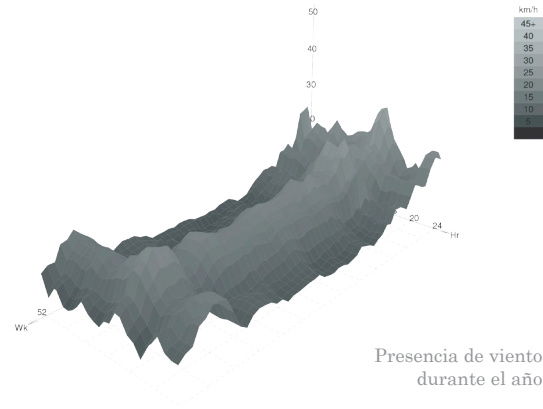
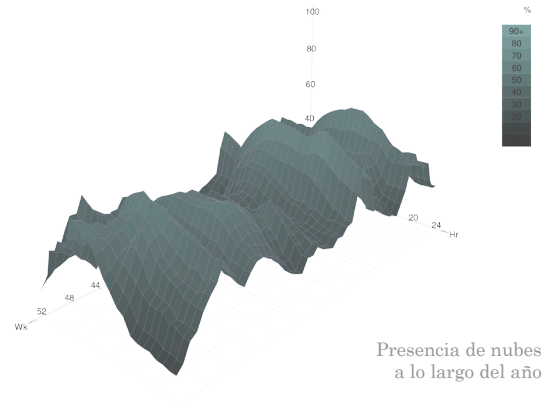
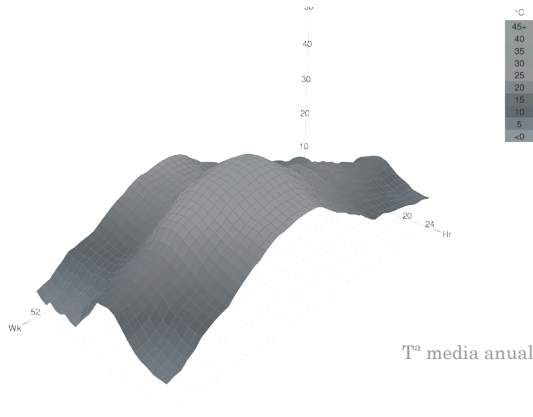
DATOS - DÍAS PARTICULARES DEL AÑO					
		Radiación		T ^a media	Especificaciones
Más brillante (21 junio)	7-19 horas	0'5 W/m ²		27 °C	Máximo de radiación entre las 12-16 h.
Más nublado (8 enero)	10-17 horas	0'1 W/m ²		13 °C	Sólo radiación difusa (radiación directa=0)
Con más viento (22 enero)	11-17 horas	0'1 W/m ²		15 °C	
Más caluroso (29 julio)	7-20 horas	0'4 W/m ²		25 °C	Aumento abrupto de T ^a a las 11.30h.
Más frío (11 enero)	11-17 horas	0'1 W/m ²		10 °C	Aumento de T ^a a las 12.00h.

Orientación óptima
(Incidencia de radiación
media diaria sobre una
superficie vertical)



Frecuencia de viento (Hrs)
Valencia





Formalización del proyecto:

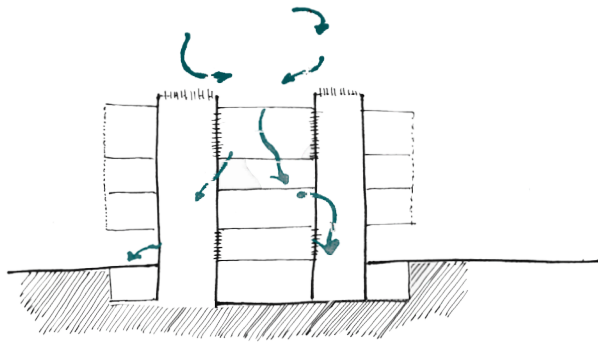
Posicionamiento y funcionamiento

Con todo lo dicho anteriormente se decide establecer una diagonal principal en el edificio que responda a la dirección del viento y del sol.

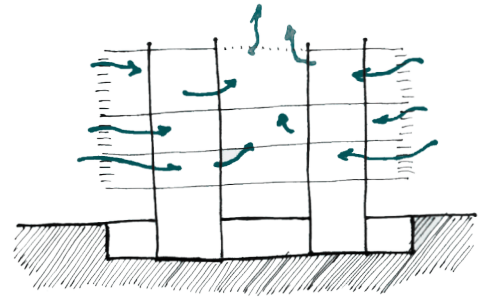
De esta manera, la posición en el solar de trabajo se realiza en un punto en el que convergen los diferentes flujos de llegada a pie de calle, orientado 177° a Norte (posicionando a 145° la diagonal), en cuyos extremos se planteará el sistema de cerramiento flexible que permite una apertura a la ventilación en los meses calurosos.

Por otro lado, el diseño del atrio interior y el lucernario que aporta la luz natural se realiza siguiendo en sección los ángulos del solsticio de verano y de los equinoccios, con el fin de que en verano la entrada del sol sea directa hacia el plano del suelo del edificio, evitando deslumbramientos y sobrecalentamientos innecesarios. Mientras que en invierno al estar el sol más caído que en otoño y primavera, se obtiene calor para el interior.

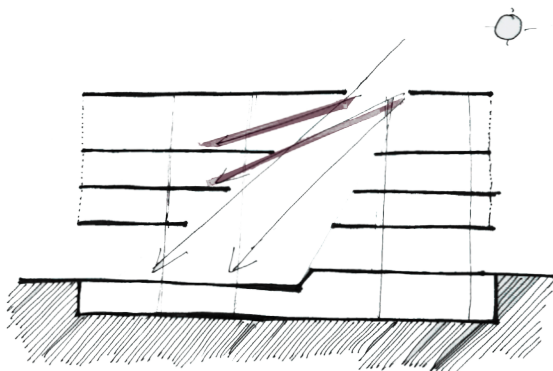
Todo esto además, orientado en planta entre las direcciones en las que varía el sol durante el año. Podría decirse que resultaría ser un *reloj solar* que adapta el funcionamiento interior a las condiciones externas.



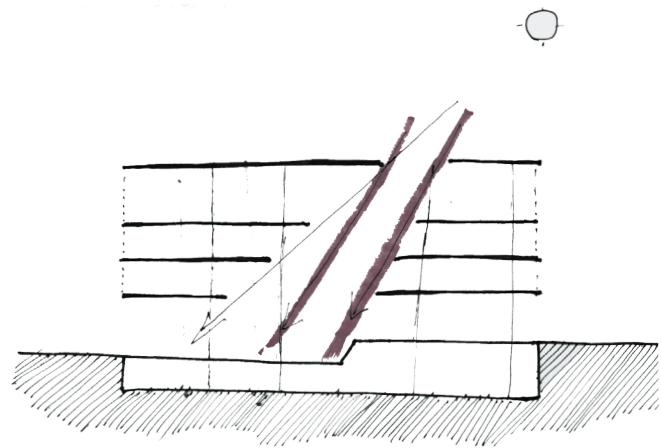
Ventilación_invierno



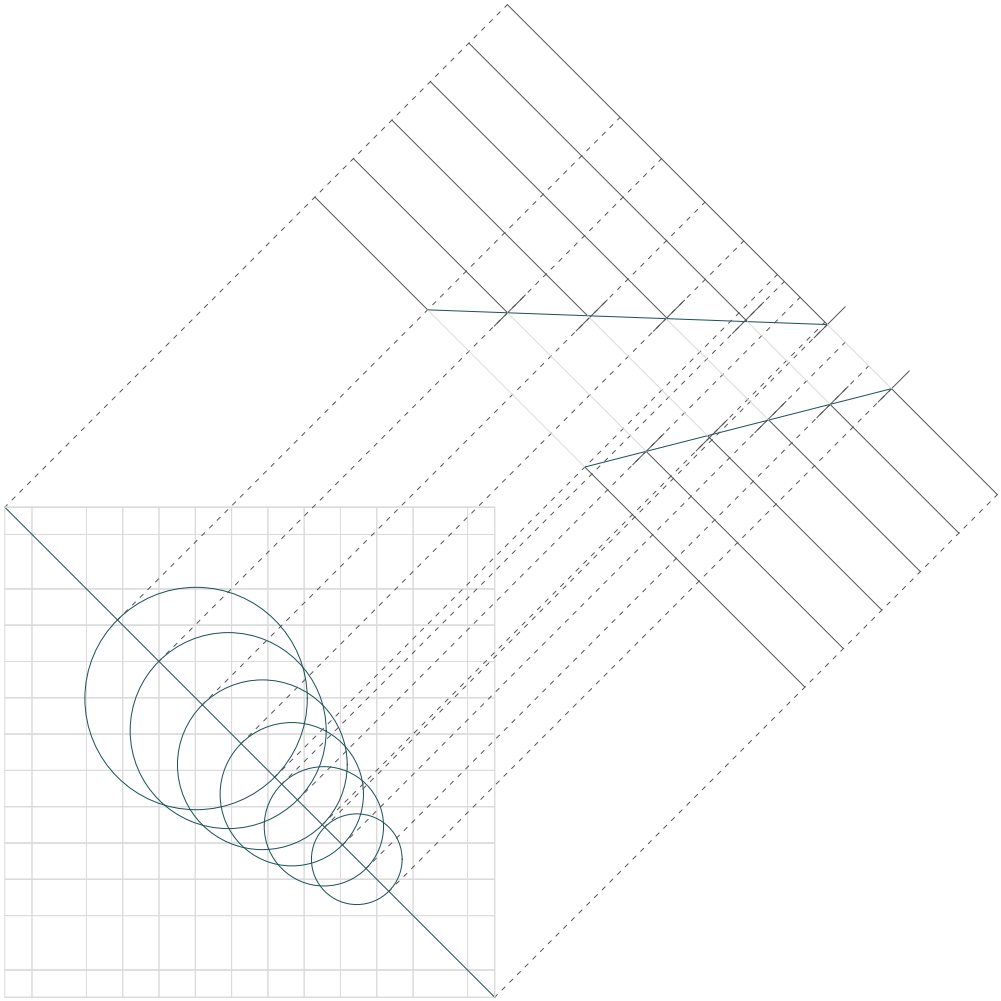
Ventilación_verano



Iluminación_invierno



Iluminación_verano



El edificio.

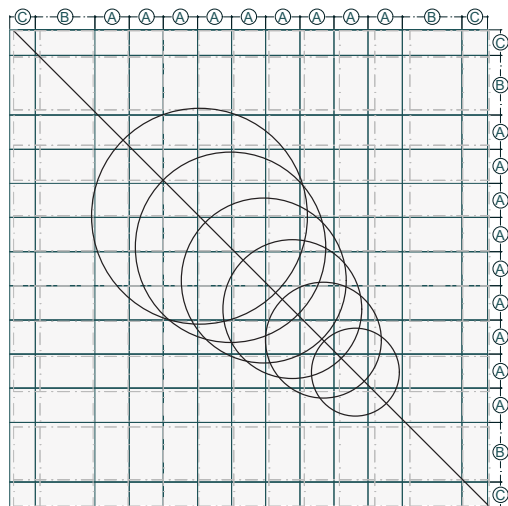
Módulo y estructura

La regulación final que media el diseño del proyecto es la exploración de un **módulo** que permita la articulación del vacío interior, la diagonal y la organización del edificio.

Este se modela como un prisma cuadrangular que se sostiene sobre cuatro grandes núcleos en los que se recogen los espacios servidores (comunicación, núcleos húmedos, instalaciones y espacios auxiliares). El sistema organizativo que se concibe funciona a través de *anillos* de espacios, recurriendo de nuevo a la dualidad. Se presenta un espacio central de actividad flexible, de un carácter más informal, y un segundo anillo que lo contiene, de carácter más formal y recogido. Todo esto rodeado por un tercer anillo perimetral abierto al exterior a modo de galería para unificar la imagen urbana.

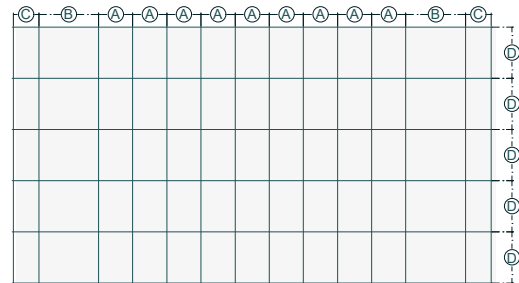
Así y todo, se concluye en un sistema ortogonal de cuadrícula que estructura el edificio en planta y sección, siguiendo un módulo de **0'6m**. Resultando una altura total de 18m (cinco alturas de 3'6m cada una), y un largo de 33'6m.

El sistema estructural que soporta el edificio es a través de los cuatro núcleos de hormigón armado, que sostienen una gran retícula espacial metálica (correspondiente a la última planta de altura), de la que se cuelgan los forjados mediante tirantes también metálicos. Estos forjados son de chapa colaborante articulados de forma bidireccional en módulos de 2'4m.



Planta

$A = 2'4 = 0'6 \times 4$
 $B = 4'2 = 0'6 \times 7$
 $C = 1'8 = 0'6 \times 3$
 $D = 3'6 = 0'6 \times 6$



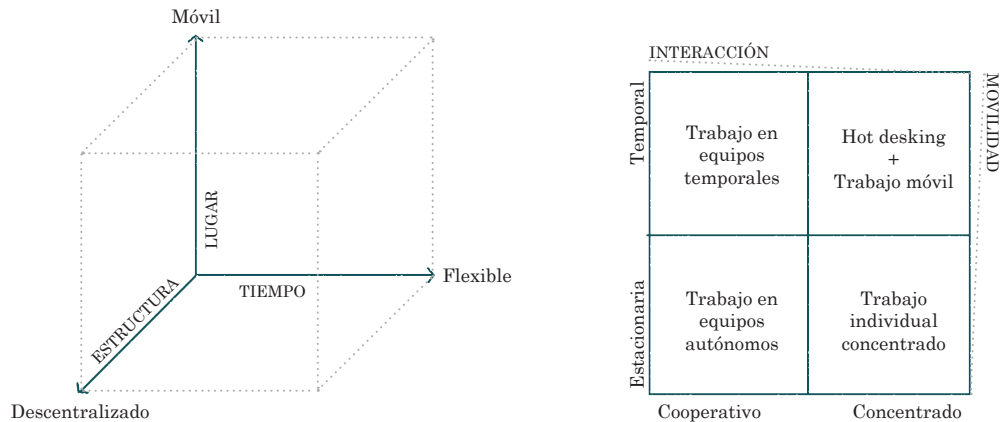
Sección

Centro de trabajo y conocimiento.

Economía organizativa

La sede del GBCm es un lugar que compendia varias funciones de trabajo privado como de divulgación pública, es un ejemplo de los replanteamientos de *sede de oficinas* que desde hace algunas décadas se han promulgado. Entonces, ¿cómo se organiza este espacio?

La internacionalización de las relaciones sociales, económicas y laborales son las que han transformado la barrera de **lugar, tiempo y estructura** de una oficina clásica. De esta manera el diseño de “puestos de trabajo” flexibles es lo que se tiene en cuenta; ofrecer lugares y equipamientos comunes que estén a disposición de todas las necesidades y de los usuarios. Se persigue la economía y eficiencia de la función a desarrollar.



Temas de
diseño y
procedimiento

Temas
centrales
del edificio

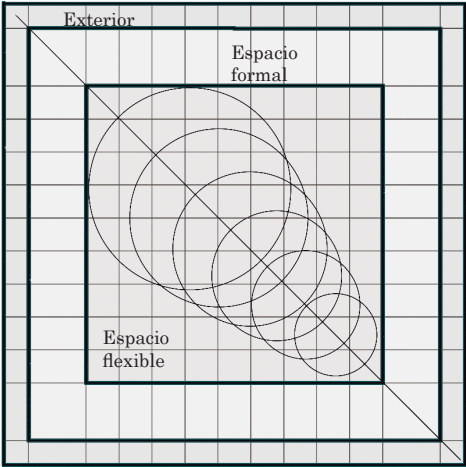
Administración
y gestión
de temas
operativos

La organización general, a modo de *anillos* de diferente carácter, se proyecta para obtener un edificio mixto donde se combine la planta libre y espacios más celulares. Optimizar así las actividades de trabajo, introduciendo un sistema laboral adaptable al tipo de tarea y el estilo de trabajo personal.

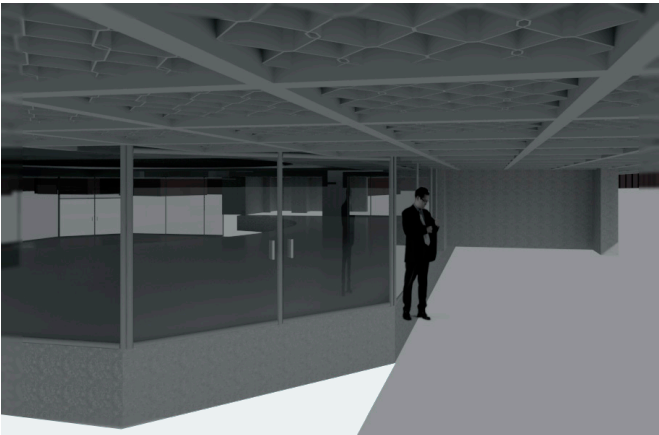
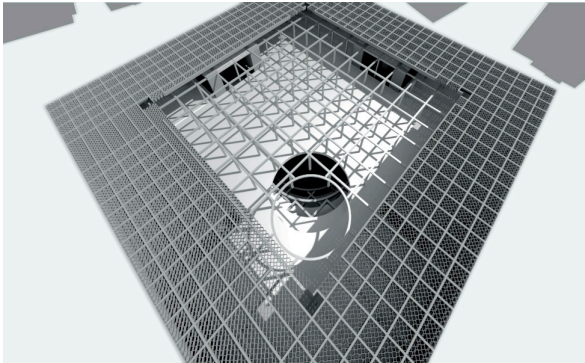
El programa se desarrolla en cuatro plantas:

- **PB de recepción y encuentro;** donde se expone el trabajo e innovación del GBCm, con zona cafetería y de información
- **P1 de gestión;** con dirección, administración, espacio multiuso y salas de reuniones
- **P2 de divulgación;** con aulas y biblioteca, producción audiovisual y espacios para el emprendimiento
- **P3 de formación y descanso;** en la que se encuentran talleres y espacios de investigación, además de comedor y zona de relax

Asimismo, como se ha comentado anteriormente, los espacios servidores se aglutinan en los núcleos portantes, destinando espacio para instalaciones y almacenamiento a los laterales y asignando a cada núcleo una función: comunicación vertical (ascensores, escalera abierta, escalera protegida) y núcleos húmedos.



		Formación y descanso							
		Divulgación							
		Gestión							
		Recepción y euentro							



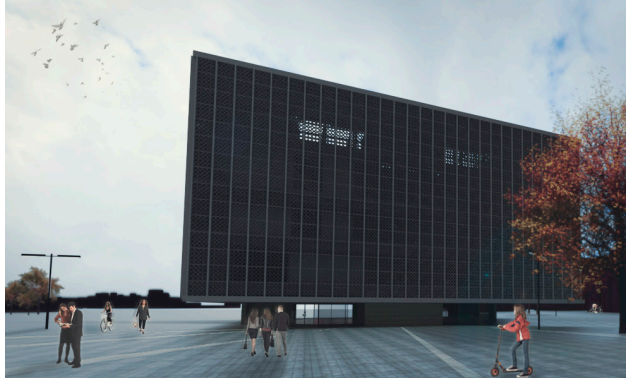
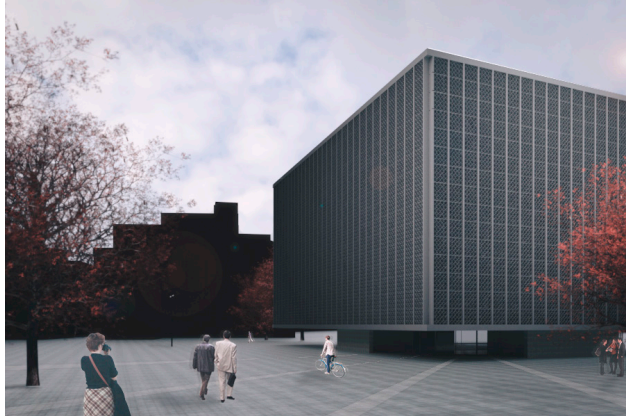
SÍNTESIS |

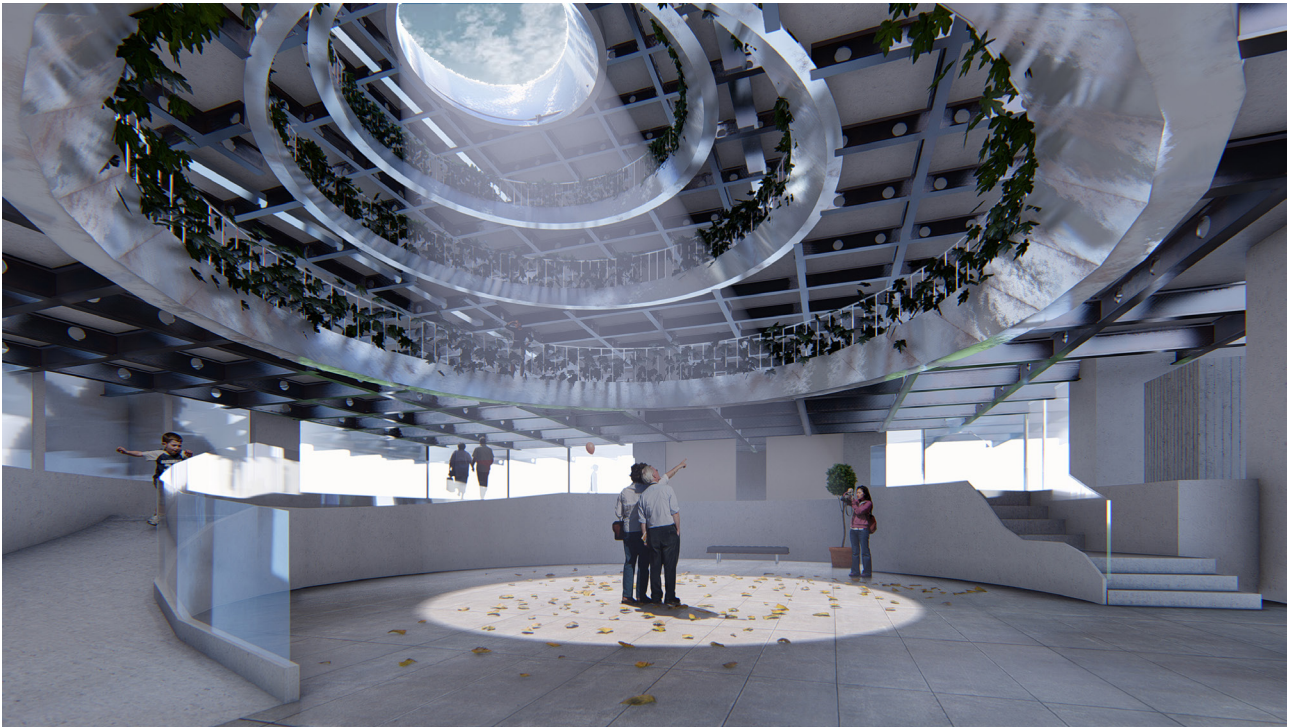
El proyecto pretende ser un ejemplo práctico de la filosofía de su usuario, el GBCm. Haciendo un análisis de la cuestión de la sostenibilidad; a los diversos aspectos de su desarrollo.

Se presenta así el tratamiento de un sistema de diseño sencillo, riguroso, que transmita y se entienda. Hacer un proyecto que enseñe el modo de vida sostenible y lo divulgue a través de su implantación en la estructura de la ciudad, generando una rótula articuladora, su adaptación al medio, y su modo de habitar sinérgico.

Este ejercicio ha servido para realizar un acercamiento a cuestiones actuales de las que el campo de la arquitectura está muy condicionado y sin embargo es notable una falta de profundización en su conocimiento.

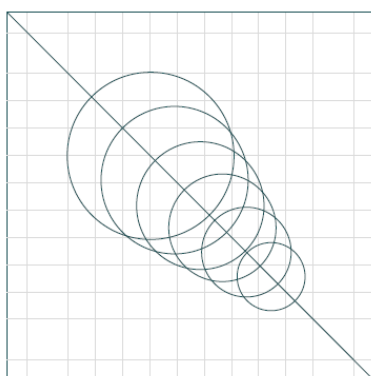
Claramente el futuro, no solo de la arquitectura, sino de todas las áreas de trabajo está supeditado al control de unos proyectos sostenibles y económicos, respetuosos con los recursos y las realidades de los lugares. Es responsabilidad de cada uno de nosotros el buen desarrollo del trabajo y modo de vida, para poder llegar finalmente a alcanzar un estado de bienestar y sostenibilidad global.







GBC del Mediterráneo



- Elena Martínez Cebrián -

MEMORIA CONSTRUCTIVA Y CUMPLIMIENTO DEL CTE

Trabajo Final de Máster

Tutores: Enrique Fernández-Vivancos González

Ricardo Manuel Meri de la Maza

Guillermo González Pérez



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Universitat Politècnica de València

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Máster en Arquitectura. Curso 2018-2019

Índice

Memoria constructiva.....	1
1. Justificación de la materialidad.....	1
2. Sistema estructural	1
3. Sistema de envolvente	2
4. Sistema de compartimentación.....	4
5. Sistema de acabados	5
6. Sistema de acondicionamiento, instalaciones y servicios	7
7. Espacio público.....	8
Memoria de cumplimiento del DBSE (Seguridad estructural)	10
Memoria de cumplimiento del DBSI (Seguridad en caso de incendio).....	11
Memoria de cumplimiento del DBSUA (Seguridad de utilización y accesibilidad).....	18
Memoria de cumplimiento del DBHS (Salubridad)	25
Memoria de cumplimiento del DBHR (Protección frente al ruido).....	34
Memoria de cumplimiento del DBHE (Ahorro de energía)	36
Documentación complementaria	42
A.1 Memoria de cálculo de la estructura	43
A.2 Evaluación del grado de sostenibilidad del edificio con HADES	63

Memoria constructiva

1. Justificación de la materialidad

La selección de los materiales de la sede del GBCm pretende optimizar el funcionamiento y uso del edificio. Por un lado contribuir a un espacio de trabajo cómodo y sereno; y por otro lado, maximizar las estrategias de diseño planteadas para el confort de los usuarios y el ahorro energético.

Todo esto con el fin de hacer un edificio más económico en el sentido ecológico, es decir, que la implantación y desarrollo del GBCm sea lo menos contaminante posible; atendiendo, a su vez, a un Análisis de Ciclo de Vida en conjunto, valorando el impacto generado durante la extracción de los materiales, su fabricación y transporte, construcción, mantenimiento y fin de vida y desmontaje.

Es por ello que los materiales elegidos son los que aseguran una mejor respuesta técnica para las condiciones del entorno, (bastante agresivas al estar en un ambiente marítimo), y las del edificio, destacando: el acero y hormigón para la estructura; y cerramientos y acabados ligeros para mejor montaje y prestaciones, de la misma forma que aportar menos peso propio al edificio.

Además de todo lo dicho, se persigue un lenguaje mecánico que dialogue con el puerto, acercando la zona marítima a la ciudad residencial. Aportando una imagen señalada al edificio con una envolvente de celosía metálica, contrastando con las edificaciones cercanas de cerramientos cerámicos. A su vez, el espacio urbano tratado, tiene un estilo sencillo y sobrio que apoya la presencia del edificio proyectado.

2. Sistema estructural

El sistema estructural del edificio es mixto: sustentado sobre cuatro grandes soportes de hormigón armado y conformado con forjados metálicos de acero y chapa colaborante.

Soportes: Se trata de cuatro núcleos en forma de C de hormigón armado, colocados de manera simétrica respecto a la diagonal principal del edificio. Dos de ellos de dimensión 9'6x4'2m y los otros dos de 7'2x4'2m. Tienen un espesor total de 0'4m.

Sustentación horizontal: Todo el edificio se apoya en los núcleos de hormigón mediante una malla espacial metálica de la que cuelgan los forjados a través de tirantes metálicos.

- La malla espacial está conformada por perfiles metálicos, tiene un canto de 3'6m y presenta la modulación seguida en planta (aproximadamente en espacios de 2'4x2'4m).
- Los tirantes transmiten los esfuerzos de los forjados colgando desde la malla espacial y se materializan con perfiles tubulares de acero.

- Los forjados tienen un comportamiento bidireccional para una mejor transmisión de cargas, con unas vigas *boyd* entrelazadas de perfiles IPE, sobre las que se disponen módulos de chapa colaborante a *modo de damero*, variando la dirección a la perpendicular en su colocación, aportando así el comportamiento bidireccional.

Cimentación: También de hormigón armado, se localiza debajo de los núcleos portantes y está formada por pilotes realizados in-situ (para evitar problemas mecánicos con los sustratos de tierra en la zona), recogidos sobre un encepado de 1'8m de canto.

3. Sistema de envolvente

Se establece una designación de los diferentes cerramientos del edificio según lo establecido en el *Apéndice A: Terminología* del CTE-DB-HE. Considerando la envolvente térmica como los elementos constructivos que protegen los recintos habitables.

Así en el proyecto se definen:

3.1. Fachadas

M1: Muro en contacto con el aire

1_Muro de hormigón armado_

Hoja exterior de hormigón armado in-situ de 15 cm, aislante intermedio de corcho expandido con resinas sintéticas de 7cm de espesor, hoja interior de hormigón (HA25) armado con acero (S275) de 28cm de espesor. Espesor total de 50cm.

2_Cerramiento ligero a base de tableros de fibrocemento_

Capa de PVC de impermeabilización, placa exterior de fibrocemento de 1'6cm de espesor, doble subestructura metálica de canales y montantes de 9cm, aislamiento térmico de corcho expandido con resinas sintéticas con un espesor total de 16cm, placa interior de fibrocemento de 1'2cm de espesor con acabado bruto color blanco. Espesor total de 20'8cm.

H: Huecos

1_Paños transparentes de vidrios fijos y plegables_

Paños de vidrio fijos con carpintería de aluminio lacado con rotura de puente térmico, de triple acristalamiento bajo emisivo (4-16-4-16-4)mm. Con sellado de silicona neutra.

Puerta corredera-replegable de vidrio con carpintería de aluminio lacado y rotura de puente térmico, triple acristalamiento bajo emisivo (4-16-4-16-4)mm, de altura 2'2m.

3.2. Cubiertas

C1: Cubiertas en contacto con el aire

1_Cubierta plana invertida_

Se dispone sobre el forjado una membrana impermeabilizante de betún modificado, encima de la que se coloca una capa separadora antiadherente; sobre esta se extiende el aislamiento térmico de corcho expandido con resinas sintéticas con un espesor total de 16cm. Sobre el aislamiento se coloca una capa separadora antipunzonante en la que se reciben los soportes regulables que sostienen las baldosas de acabado metálico (de 0'6x0'6m), dejando juntas entre ellas para permitir el paso de agua y la libre dilatación del material.

En las zonas correspondientes del edificio se dispone además debajo del forjado un falso techo de panel de malla metálica anclado al forjado con sistema de varillas T-grid (no HD).

La cubierta es accesible para el mantenimiento y el agua se recoge a través de canalones longitudinales debajo del pavimento que guían el agua hasta las bajantes localizadas en los laterales de los núcleos.

2_Lucernario_

Compuesto por vidrio estructural y con triple acristalamiento (4-16-4-16-4)mm; sistema de carpintería VISS TVS de aluminio lacado. Anclado a la estructura a través de una subestructura auxiliar de perfiles metálicos tubulares atornillados y orientados con la inclinación del atrio. Su encuentro está protegido con una chapa perforada metálica dispuesta perimetralmente por el exterior y una segunda chapa continua interior.

3.3. Suelos

S1: Suelos apoyados sobre el terreno

1_Suelo ejecutado sobre solera de hormigón

Se dispone un lecho de gravas en el que se coloca una capa de hormigón de limpieza de 10cm de espesor. Encima de esto ya se dispone una cámara de aire de 25cm como forjado sanitario mediante unos módulos de encofrado perdido tipo *Caviti*, sobre los que se ejecuta una capa de hormigón de 10cm. Por encima se extiende aislamiento térmico de corcho expandido con resinas sintéticas con un espesor de 10cm, que se protege con una lámina protectora para recibir los soportes graduables en los que se disponen las baldosas de pavimento, de formato 0'6x0'6m, y con un núcleo de tablero de madera de alta densidad de 4cm y un acabado cerámico de color gris.

S2: Suelos en contacto con el aire exterior

1_Suelo en galería perimetral

Se materializa sobre el forjado metálico de vigas IPE y chapa colaborante. Encima de la capa de 10 cm de hormigón de acabado de forjado, se dispone una lámina geotextil impermeabilizante sobre la que se coloca el aislamiento térmico de corcho expandido con

resinas sintéticas de espesor de 14cm, que rellena la cámara inferior creada por el pavimento elevado exterior. Este se dispone sobre unos soportes graduables y con unas baldosas de formato 0'6x0'6m, compuestas por una lámina soporte de aluminio, un núcleo de tablero de madera de alta densidad de 4cm y un acabado de gres cerámico preparado para exterior.

Por la parte inferior del forjado, se dispone un falso techo de paneles de malla metálica estirada, de formato 1'8x0'6m. Esto sirve como soporte a otra capa de aislamiento térmico también de corcho expandido con resinas sintéticas, de espesor de 16cm y por último otra capa de impermeabilizante geotextil.

4. Sistema de compartimentación

Se establece una designación de las diferentes particiones del interior del edificio según lo establecido en el *Apéndice A: Terminología* del CTE-DB-HE. Considerándolas como los elementos constructivos del edificio que dividen el interior en recintos independientes, pudiendo ser verticales u horizontales.

En el proyecto se definen:

4.1. Compartimentación interior

T1: Partición vertical

1_Tabique ligero_

Las compartimentaciones opacas se llevan a cabo con tabique ligero autoportante de placas de fibrocemento, constituido por una subestructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de canales y montantes (de 9cm), a la que se atornilla, en cada lado, un tablero de fibrocemento de 1'2cm de espesor, con un acabado color blanco. En su interior se dispone aislamiento término de corcho expandido con resinas sintéticas según los espacios que lo requieren.

Además, en las zonas húmedas y escalera protegida en caso de incendio, se dispone un tablero de más con prescripciones técnicas para protección de espacios húmedos y contra el fuego respectivamente.

2_Paño de vidrio_

Se compone con módulos de vidrio simple incoloro de 19mm de espesor y 2'75m de altura, con carpintería de aluminio de 20mm anclada a la cara superior e inferior del forjado a través de dos perfiles metálicos de sección en C.

4.2. Puertas

1_Puertas de vidrio

Todas las puertas del edificio son abatibles de vidrio simple templado (SECURIT), de espesor de 16mm y altura de 2'75m, con cerrajería de aluminio

5. Sistema de acabados

5.1. Revestimientos interiores verticales

Paneles de fibrocemento

En el interior del edificio, el acabado de los paramentos verticales es el del propio tablero de fibrocemento del tabique ligero (1'2cm de espesor), con un acabado en bruto y color blanco.

Como en el apartado 4.1-T.1 se apunta, en los casos que se requieren unas prestaciones concretas como en los núcleos húmedos y el núcleo de escalera protegida contra incendio, el acabado es un segundo panel atornillado al tabique con características de protección a humedad y capa de protección al fuego para cada caso.

5.2. Acabados verticales exteriores

Envolvente exterior

En los casos del cerramiento que separa el interior del exterior, se aplica una pintura impermeabilizante y de protección (tras previa limpieza de la superficie) para cada uno de los diferentes tipos: hormigón y tablero de fibrocemento.

Celosía de fachada

Para conseguir unidad en la imagen exterior del edificio, se dispone una celosía metálica de aluminio que rodea todas las galerías exteriores y la malla espacial de la estructura. Se compone de bastidores metálicos de 1'2x1'2m y 10 mm de espesor, que se anclan a los forjados a través de una subestructura de perfiles tubulares de acero atornillados a una doble chapa empotrada en cada forjado.

De esta manera, los bastidores recogen las piezas que forman la celosía: unas piezas de aluminio extrusionado de 5mm de espesor, en forma de V, que se maclan unas a otras y se atornillan al bastidor (con tornillos M12), generando diversos vacíos romboides que aseguran ventilación e iluminación.

Se elige el aluminio como material de la celosía por sus prestaciones técnicas y facilidad de mantenimiento en un ambiente marítimo, además de economizar el peso.

5.3. Revestimientos interiores horizontales

Pavimentos

El suelo de todo el edificio se resuelve con pavimento elevado registrable, por lo que encima del forjado se disponen soportes graduables sobre los que se monta una subestructura metálica que soporta las baldosas de pavimento, de formato 0'6x0'6m, y con un núcleo de tablero de madera de alta densidad de 4cm y un acabado cerámico de color gris. Sin rodapié. Se deja debajo un espacio destinado para el alojamiento y distribución de instalaciones; y en el caso que se requiera mayor protección del recinto, se dispone una manta acústica entre los *plots* y el forjado.

Falso techo

Se trata de paneles de malla estirada metálica con orificios en forma de diamante (de 20x10mm). El material también es aluminio, con un espesor de 1mm y se presenta en paneles de 0'6x0'6m. El cuelgue del falso techo respecto la cara inferior de las vigas es de 18cm y se ancla al forjado mediante sistema T-Grid convencional (perfiles en T con 15 y 24mm de ancho).

El falso techo sólo está presente en los espacios formales pertenecientes al *anillo* en planta que alberga los núcleos. El resto de espacio más central presenta directamente el forjado visto.

5.4. Acabados horizontales exteriores

Pavimentos

De la misma forma que en el interior se dispone un suelo técnico sobre *plots* apoyados en el forjado y con baldosas formato 0'6x0'6m, de núcleo de tablero de madera de alta densidad de 4cm y un acabado cerámico de exterior, color gris, otorgando continuidad con el espacio interior.

Falso techo

1_Galería perimetral_

En la galería exterior se presenta el mismo falso techo que en el interior: malla estirada metálica de aluminio, con paneles de formato más alargado, de 1'2x1'8m; y mismo sistema de cuelgue.

2_Planta baja y malla espacial_

Tanto en el voladizo del edificio en planta baja, como en el perímetro superior de la malla estructural, se dispone un falso techo con la misma celosía que en fachada: piezas de aluminio extrusionado en forma de V, recogidas en bastidores que se adaptan al espacio y anclados a través de una subestructura y chapas metálicas en L. De esta manera se consigue desde el exterior la idea de "*envolver*" el edificio.

Cubierta

Se trata de un sistema de cubierta plana invertida con acabado de baldosas elevadas; descrito en el apartado 3.2-C.1-1.

6. Sistema de acondicionamiento, instalaciones y servicios

6.1. Suministro eléctrico

El edificio se conecta a la red de distribución a través de red soterrada y se dispone de contador general junto con los elementos correspondientes de derivación. La instalación será principalmente de tubos corrugados de polipropileno para evitar el uso del PVC (más contaminante).

Respecto a la iluminación, se prevé que sea tipo LED tanto vista y suspendida en el atrio del edificio, como empotrada en el falso techo de los espacios más formales.

Parte de la demanda eléctrica se suplirá mediante energía solar a través de un área en cubierta para captadores solares.

6.2. Fontanería

La instalación planteada es una red con contador general y conexión a través de acometida. La instalación general se concibe con tuberías de polietileno reticulado por su resistencia al agua, poca rugosidad y menor conductividad térmica respecto a otros materiales. Además, su colocación es sencilla y las uniones estancas.

Se proyecta un sistema de ACS lo más eficiente posible mediante la utilización de placas fotovoltaicas para obtener el calor con el que calentar el agua (esta se acumulará en depósitos en cubierta); para los casos en los que no sea posible obtener toda la demanda de esta fuente, se dispondrán bombas de calor de apoyo.

6.3. Saneamiento

El proyecto presenta un sistema de evacuación de agua separativo para aguas residuales y pluviales que se conecta con la red municipal.

Por un lado las aguas en cubierta se recogen mediante canales longitudinales bajo el suelo de acabado, que guían el agua por gravedad hasta los laterales de los núcleos portantes, donde se conectan con las bajantes. Una vez en planta baja, llegan hasta bajo tierra para su conexión con la red (a través de arquetas).

Las aguas residuales, de la misma forma, se van conectando hasta dos bajantes en el edificio, que se entierran en cota cero y se conducen mediante tuberías y arquetas a la red municipal.

6.4. Climatización

Se propone un sistema de doble circuito para producción por un lado de calefacción y por otro, de refrigeración; con conjuntos de equipos de terminación compuesto por fan-coils y UTAs. Estos se instalan directamente debajo del forjado.

Cada sistema presenta un circuito primario en el que se usa como refrigerante agua y se encarga de distribuir el frío o calor al circuito secundario en las unidades terminales. Este fluido se calentará a través de las placas solares colocadas en cubierta y con las bombas de calor (en el caso de necesitar apoyo para satisfacer la demanda de calor). Para el fluido encargado de refrigerar, se obtendrá la temperatura que se requiere mediante enfriadoras colocadas en cubierta, en la esquina del edificio orientada según la dirección del viento para poder asegurar un mayor flujo y cantidad de viento.

6.5. Telecomunicaciones

Se dispone de las instalaciones necesarias de datos para procurar la conexión a internet en cualquier zona del edificio; contando con las cajas de registro, conectores y mecanismos necesarios.

6.6. Instalaciones de protección contra incendios

El edificio dispone de un plan de protección contra incendios (desarrollado en la memoria y planos de justificación de DBSI), con recorridos de evacuación de ocupantes y la dotación contra incendios necesaria en cada planta (señalización, iluminación de emergencia, extintores y sistema automático contra incendios).

6.7. Pararrayos

Por las características del edificio, se prevé la instalación de un sistema de protección contra el rayo colocado en cubierta que dispondrá de dispositivo de cebado, sistema de equipotencialidad y red de tierra.

7. Espacio público

7.1. Suelo

El suelo de la plaza se materializa a través de un pavimento de adoquines de formato 10x10x6'5cm que se van adaptando a los paños trapezoidales que configuran el espacio exterior. Se trata de unas piezas modulares de hormigón de alta resistencia, fabricado con áridos y material reciclado. Se elige el modelo ecoGranic de PVT por las características descontaminantes de Óxidos Nitrosos que presenta, generando así con el espacio público una zona de ambiente *más limpio*.

Los adoquines se disponen sobre una capa de arena fina, de unos 4cm, la cual se extiende en una capa de áridos de 20cm. Además de esto, los adoquines se enmarcan en los planos trapezoidales delimitados por una capa de hormigón in-situ donde se albergan las instalaciones urbanas, eléctricas y de recogida pluvial.

7.2. Mobiliario

El mobiliario urbano que se presenta en la plaza es principalmente de hormigón y con piezas modulares. Se encuentran bancos de 240x60x45 cm y pequeñas piezas de asiento de 60x60x45cm.

Aparte de esto se recogen en zonas ajardinadas estructuras aparca-bicis y papeleras. La iluminación es de LED con luminarias en forma de columna de sección de 200x100mm, de aluminio.

Memoria del cumplimiento del DBSE

(Seguridad estructural)

La verificación del servicio estructural se lleva a cabo mediante la aplicación de los capítulos del CTE respecto seguridad estructural, acciones en la edificación y cimientos. Además de esto, también se consideran otras normativas complementarias para el proyecto como el EHE-08, respecto al hormigón.

Todos los puntos y condiciones aplicadas quedan desarrolladas junto con el proceso de cálculo en el anejo 1 de este documento “Memoria de cálculo de la estructura” (pág. 43).

Memoria de cumplimiento del DBSI

(Seguridad en caso de incendio)

Se justifica el proyecto diseñado con el cumplimiento del DBSI para asegurar la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de niveles mínimos de calidad. El requisito básico “*consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento*”.

SI 1 Propagación interior

1. Compartimentación en sectores de incendio

Se considera que el edificio tiene un **uso administrativo y de pública concurrencia**; en ambos casos según la tabla 1.1 del CTE-DBSI, la superficie de los sectores de incendio no debe de superar los 2500m². Sin embargo, se admite un límite de sector de superficie de 5000m² al prever una instalación automática de extinción de incendios, como se especifica en el apartado 1 del SI1.

Así, en este edificio, se consideran dos sectores de incendio: por un lado la escalera compartimentada y protegida contra incendio, y por otro el resto del edificio ya que al estar el atrio central, las cuatro plantas se comunican; en este espacio se incluye también las galerías exteriores perimetrales.

Como el uso del edificio se considera mixto, la resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan los sectores de incendio, será, según la tabla 1.2 del DBSI, el valor más restrictivo; esta vez, el uso de pública concurrencia y la altura del edificio de 18m limita la resistencia de los elementos a EI120. Además, las puertas de paso a la escalera protegida, contará con una resistencia de EI₂-60-C5 (según la misma tabla).

Sector 01	
PB	463'00 m ²
P1	631'68 m ²
P2	666'00 m ²
P3	712'94 m ²
Galerías (x3)	258'00 m ²
	3247'62 m²
Uso administrativo	< 2500 m ²
Uso de Pública Concurrencia (no diferenciado y sin asientos fijos)	< 2500 m ²
Elementos de separación	EI 120

Sector 02	
Escalera protegida (x5 alturas)	18'66 m ²
	93'30 m²
Elementos de separación	EI 120

2. Locales y zonas de riesgo especial

Local de contadores y cuadros generales	
Riesgo bajo	En todo caso

Sala de maquinaria de ascensores	
Riesgo bajo	En todo caso

En todos los casos se cumplen las condiciones de zonas de riesgo especial especificadas en la tabla 2.2 del DBSI:

- Resistencia al fuego de la estructura R120
- Resistencia al fuego de paredes y techos EI120
- Puertas de comunicación con el resto del edificio EI₂₄₅-C5
- Máximo recorrido hasta salida < 25m

La mayoría de equipos de instalaciones se sitúan en la cubierta, por lo que se excluyen del cumplimiento de este DB.

3. Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc.

De esta manera, se dispondrá un elemento que, en caso incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado.

4. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

Las condiciones de reacción al fuego de los elementos constructivos y decorativos se establecen según la tabla 4.1 del CTE-SBSI:

Situación del elemento	Revestimientos	
	Techos y paredes	Suelos
Zonas ocupables	C-s2,d0	E _{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos	B-s3,d0	B _{FL} -s2

SI 2 Propagación exterior

1. Medianerías y fachadas

Al ser un edificio exento sin ninguna otra construcción colindante, no aplica las condiciones exigidas de medianerías.

Los elementos de separación entre el sector de incendio y la escalera protegida son EI 120, por lo que no se aplica la distancia *d mínima* especificada en el apartado 1.2 y 1.3 del DBSI (2).

Por otro lado, al tener el edificio una altura de 18 metros, la fachada tendrá una reacción al fuego de B-s3d2.

2. Cubiertas

Toda la cubierta y fachadas presentan una resistencia al fuego REI 120, por lo que es mayor que 60 y cumple la normativa de riesgo de propagación exterior de incendio por cubierta.

Tanto el lucernario en cubierta como los paños de vidrio en fachada poseen una clase de reacción al fuego B_{ROOF}.

SI 3 Evacuación de ocupantes

1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

Como el uso del edificio es el igual para todos los espacios, no se aplica esta condición.

2. Cálculo de la ocupación

La densidad de ocupación se calcula en función de la superficie útil de cada espacio y la tabla 2.1 del DBSI. Se debe de tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de los diferentes espacios del edificio, por lo que como el proyecto presenta un uso mixto con distintos tipos de zonas, se aplican los valores de las actividades asimilables a estas:

Zona	Situación (superficie localizada m2)				Superficie total (m2)	Densidad de ocupación (m2/persona)	Ocupación (Personas)
	PB	P1	P2	P3			
Aseos de planta	26'65	26'65	26'65	26'65	106'60	3	36
Oficina	10'17	282'17	304'00	100'70	708'04	10	71
Vestíbulo/uso público administrativo	326'30	187'76	147'44	194'30	855'80	2	428
Talleres	-	-	-	284'29	284'29	5	57
Zona de asientos no definidos en el proyecto	-	60'29	-	-	60'29	0'5	120

Cafetería	50'00	-	-	52'51	102'51	1'5	69
Sala de lectura en bibliotecas	-	-	121'02	-	121'02	2	61
TOTAL							854

3. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

El número de salidas presentes en el edificio son un total de 4, situadas en planta baja. Para cada nivel de planta se disponen dos salidas a recorrido de evacuación: la escalera general y la escalera protegida. Además, en todos los casos la evacuación es de sentido descendente.

Con todo esto, se aplica el límite de recorrido de evacuación especificado en la tabla 3.1 del DBSI3 para plantas que disponen de más de una salida, es decir un máximo de 50m, que en ningún caso se supera.

4. Dimensionado de los medios de evacuación

Criterio para la asignación de ocupantes

Según el apartado 4.1 del CTE-DBSI, “A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas, de las especialmente protegidas o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes”, por lo que no se tiene en cuenta hipótesis de bloqueo.

Además, se especifica que en el desembarco de la escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda.

Cálculo

Puertas y pasos	$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$
	El paso más restrictivo son las salidas en planta baja al exterior que cada una debe asegurar la evacuación de unas 240 personas. Se tomará un ancho igual al máximo permitido de 1'23m. $1'23 \geq 240 / 200 = 1'2$
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}$
	La rampa presente en el proyecto tiene una anchura de 1'5m. No hay pasillos. $1'5 \geq 240 / 200 = 1'2$
Escaleras no protegidas	$A \geq P / 160$
	El total de personas a evacuar procedentes de niveles superiores a planta baja son 630. Por lo que se dimensiona esta escalera para una capacidad de evacuación de 224 personas, con un ancho de 1'4m. $1'4 \geq 224 / 160 = 1'4$
Escalera protegida	$E \leq 3 S + 160 A_s$
	El total de personas a evacuar procedentes de niveles superiores a planta baja son 630. Por lo que se dimensiona esta escalera para una capacidad de evacuación de 406 personas, con un ancho de 1'2m y una superficie útil de recinto de 19'6 m ² . $406 \leq 3 \cdot 19'6 \cdot 4 + 160 \cdot 1'2 = 427'2$ personas

5. Protección de las escaleras

La altura de evacuación de las escaleras del proyecto corresponde a la del forjado de la planta 3, es decir, 10'8m. Así se cumple con las condiciones estipuladas en la tabla 5.1 para uso administrativo (máximo de 14m para la escalera no protegida y 28m para la protegida).

6. Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salida de edificio están situadas en planta baja y se estima para cada una de ellas la evacuación de 240 personas, por lo que abrirán en el sentido de evacuación y serán abatibles con eje de giro vertical y sistema de fácil y rápida apertura, conforme a la norma UNE-EN 179:2009.

7. Señalización de los medios de evacuación

Los criterios que se prevén en la señalización de la evacuación se disponen según lo estipulado en la norma UNE 23034:1988 son:

- Habrá una señal con el rótulo "SALIDA" en cada una de las salidas del edificio.
- Los recorridos de evacuación serán indicados mediante señales desde el punto más alejado del edificio; especialmente en los puntos de recorrido que pueda inducir a error o duda.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.
- El itinerario accesible (según Anejo A del CTE-DB SUA) que conduce al sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, se señalará con las mismas condiciones anteriormente citadas además de acompañarse con el SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad).
- Toda la señalización será fotoluminiscente cumpliendo lo establecido en UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003, UNE 23035-3:2003 y UNE 23035-4:2003.

8. Control del humo de incendio

Se prevé la instalación de un sistema de control de humos para garantizar las condiciones de seguridad a la hora de evacuación de ocupantes ya que el sector de incendios del edificio posee un atrio y será utilizado por más de 500 personas.

9. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

Según lo estipulado en el punto 9 del DBSI3, al tener una altura de evacuación de 10'8m no es obligatorio poseer una zona de refugio. Por otro lado, se asegura un itinerario accesible desde cualquier origen de evacuación hasta tres de las cuatro salidas del edificio, cumpliendo con lo estipulado en el CTE-DBSUA 9 y referenciado en la propia memoria de cumplimiento correspondiente a ese DB.

SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Los equipos e instalaciones que se disponen en el edificio cumplen lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios” respecto al diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones.

La dotación de instalaciones de protección contra incendios será:

Extintor portátil	De eficacia 21A-113B, a 15 m de recorrido en cada planta y escalera protegida.
Boca de incendio equipada	Tipo 25mm
Sistema de alarma	Transmitirá tanto señales visuales como acústicas.
Sistema de detección de incendio	Conectado con la instalación automática de extinción.
Instalación automática de extinción	Sistema de rociadores o sprinklers, con marcado CE, conectado a suministro de agua (almacenada en depósito con sistema de bombeo). *Según el RIPCI-BOE (artículo 7 del apartado 2 del anexo D)

2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se señalizan mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño será:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Además, las señales serán fotoluminiscentes para ser visibles incluso en caso de fallo eléctrico y cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003, UNE 23035-3:2003 y UNE 23035-4:2003.

SI 5 Intervención de los bomberos

1. Condiciones de entorno

Aproximación a los edificios

Los viales de aproximación al espacio de maniobra son los cuatro que rodean la parcela: avenida del Puerto, avenida del Ingeniero Manuel Soto, calle de Juan Verdeguer y Juan José Sister; todas ellas con una anchura mínima libre de 3'5m, altura de gálibo mayor a 4'5m y capacidad portante de más de 20 kN/m², por lo que cumplen con las condiciones exigidas por la normativa.

Entorno de los edificios

Se dispone de espacio de maniobra para los bomberos en las zonas donde están situados los accesos hacia el espacio abierto interior, que cumple según lo establecido en el punto 1.2 del CTE-DBSI, con anchura de más de 5m y menor distancia de 30, además de no tener altura libre limitada por lo que se accede a todo el nivel edificio.

La pendiente máxima que tiene la plaza es de 1'2% y los accesos de registro a instalaciones y servicios públicos tienen una resistencia al punzonamiento del suelo mayor a 100kN.

El arbolado y mobiliario urbano se posiciona de manera que no suponga un obstáculo para la intervención de los bomberos.

2. Accesibilidad por fachada

Se permite el acceso al espacio abierto interior del edificio por fachada a través la celosía que lo recubre.

Se predisponen por planta ocho de los bastidores de la celosía (de 1'2x1'2m) con capacidad abatible, de esta manera se permite el acceso a la galería perimetral desde la cual se accede al edificio.

SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

Según la tabla 3.1 del CTE-DBSI 6 se considera que toda la estructura del edificio tendrá una resistencia R90 ya que su altura de 18m y tiene el uso administrativo y de pública concurrencia.

Para el caso de las zonas de riesgo especial del proyecto, al ser de condición *bajo*, se considerará una resistencia de R90.

La resistencia al fuego se establece a través de la comprobación de las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las tablas según tipo de material. En este caso, Anejo C para la resistencia de los núcleos portantes de hormigón armado; y Anejo D para la del resto de la estructura de acero.

Memoria de cumplimiento del DBSUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)

El diseño del proyecto se justifica con el cumplimiento del DBSUA para asegurar la satisfacción de las exigencias de utilización y accesibilidad. El requisito básico “*consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad*”.

SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas

1. Resbaladicidad de los suelos

Al ser un edificio de uso administrativo y de pública concurrencia, además de tener diferentes zonas interiores y exteriores, se tiene en cuenta el límite de riesgo de resbalamiento de cada suelo.

Así, según lo expuesto en la tabla 1.1 y tabla 1.2 del CTE-SBSUA 1:

Zona, localización y características	Clase	Resistencia al suelo
Interior seca con pendiente < 6%	1	$15 < R_d \leq 35$
Interior seca con pendiente > 6% <ul style="list-style-type: none"> - Rampa en pbaja - Escaleras 	2	$35 < R_d \leq 45$
Interior húmeda <ul style="list-style-type: none"> - Acceso -1m en pbaja - Aseo y baños - Galería perimetral 	2	$35 < R_d \leq 45$
Exterior	3	$R_d > 45$

2. Discontinuidades en el pavimento

Para minimizar el riesgo, el suelo se dispone de modo que sus juntas sean mínimas y no sean mayor a 4mm, además no presenta huecos en los que pueda introducirse una esfera de 1'5 cm de diámetro.

Las barreras de protección de los huecos del atrio y de la rampa y escaleras, son de 1'1m de altura para asegurar una circulación segura por la zona.

3. Desniveles

Protección de desniveles

Todos los desniveles que hay en el edificio son mayores de 0'55cm por lo que se disponen barandillas de 1'1m (atrio, rampa y escaleras). Además en el caso de la protección del atrio, también se dispone de un anillo perimetral vegetal para aumentar la distancia de separación respecto al límite de forjado.

Por otro lado, todas las aberturas de los niveles superiores dan a la galería exterior, la cual está protegida de arriba abajo con la disposición de la celosía de fachada.

Características

Los huecos que se localizan en los niveles superiores tienen una altura mayor de 6m, por lo que se cumple con la normativa al colocar barreras de protección de 1'1m de altura.

Atendiendo a la resistencia mínima requerida, se aplica lo estipulado en el apartado 3.2.1 del DBSE-AE y se determina una resistencia mínima horizontal de 0'8 kN/m para las protecciones.

Las barreras son metálicas de barras verticales y no presentan puntos de apoyo ni salientes horizontales que favorezcan la escalada. Además, la distancia entre barrotes no es mayor de 10 cm.

En el caso de la celosía en fachada, se aplica lo especificado en el punto 3.2.3 del SUA1, siendo una zona de uso público y teniendo la celosía unas aperturas no mayores de 15cm.

4. Escaleras y rampas

Se cumplen las especificaciones de los elementos según el CTE-DBSUA1, de manera que:

Escaleras de uso general

	Dimensiones	Especificaciones
Peldaños	Huella=28'5cm Contrahuella=18'0cm	Disposición de tabicas verticales $54 \leq 35'8 + 28'5 = 64'5 \leq 70$ cm
Tramos	Anchura mínima útil = 1'2m *Cumpliendo con DBSI 3 (4)	Peldaños mínimos = 4 Máxima altura salvada = 1'8 m Todos los peldaños tienen la mismas huella y contrahuella
Mesetas	Anchura útil = escalera = 1'2m	Con cambio de dirección
Pasamanos	Altura = 1'1 m Separación con paramento = 4 cm	Dispuesto a ambos lados de las escaleras Se prolonga 30 cm alrededor del hueco de escalera

Rampa

	Dimensiones	Especificaciones
Pendiente	Longitudinal = 9'3 % Transversal = 1%	La pendiente transversal descenderá hacia el interior del círculo
Tramos	Longitud= 5'6 m Anchura mínima útil = 1'5 m *Cumpliendo con DBSI 3 (4)	Número de tramos = 2 Máxima altura salvada = 0'6 m La anchura de la rampa está libre de obstáculos
Mesetas	Anchura útil = rampa = 1'5m Lóngitud = 1'5 m	Sin cambio de dirección
Pasamanos	Altura = 1'1 m	Dispuesto a ambos lados de la rampa Separación con paramento > 4 cm

SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

1. Impacto

Impacto con elementos fijos y practicables

Se considera la limitación posible impacto con los elementos fijos ya que la altura libre mínima en el edificio es de 2'4m; en el caso de las puertas es de 2'1m. Además, no se presentan elementos salientes en las paredes de las zonas de circulación, y para el caso de las mesetas de escaleras y rampas, se hace ver su presencia con la materialidad y elementos de protección.

Impacto con elementos frágiles e insuficientemente perceptibles

En el proyecto se encuentran muchos paños de vidrios (tanto fijos como practicables) en los que se identifican áreas con riesgo de impacto como se expresa en la figura 1.2 del DBSUA 2, es por ello que los vidrios que constituyen tanto los paños fijos como las puertas abatibles y plegables, han pasado un proceso de templado para resistir sin rotura con un impacto de nivel 3 (según lo descrito en la norma UNE EN 12600:2003).

Todos los elementos de la superficie acristalada presente en el edificio se identificarán como tal con señalización visual a la altura de 0'9m y 1,5 m para evitar la confusión e impacto.

2. Atrapamiento

Los elementos de apertura tienen dispositivos de protección adecuados al tipo de acondicionamiento y cumplen con las especificaciones técnicas propias. Además en el caso de las puertas correderas presentes, se cumple una distancia mayor a 20 cm hasta el objeto fijo más próximo.

SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

1. Aprisionamiento

En el caso de las puertas del edificio que poseen dispositivos para su bloqueo desde el interior (como oficinas y cabinas de baños), se dispone un sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto para evitar el atrapamiento dentro del mismo accidentalmente.

En lo referente a las cabinas de aseo accesibles, el dispositivo interior permite transmitir una llamada de asistencia perceptible desde el punto de control y que el usuario verifique la recepción de su llamada.

Por otro lado, las puertas de salida requieren una fuerza de apertura menor de 140N.

SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

1. Alumbrado normal en zonas de circulación

Se prevé una instalación de manera que el alumbrado exterior al edificio proporcione una iluminación mayor a 20lux. Por otro lado, para las zonas interiores del edificio, la instalación de alumbrado tendrá una iluminancia mayor a 100 lux.

2. Alumbrado de emergencia

Dotación y posición

El edificio cuenta con alumbrado de emergencia para que en caso de fallo facilite la visibilidad de los usuarios y de las señalizaciones y equipos protectores, y así evitar situaciones de pánico.

Se disponen desde los puntos de origen de los recorridos de evacuación hasta el espacio exterior seguro (*se indica posiciones en planimetría adjunta con el cumplimiento del DBSI*). Se sitúan a una altura mayor de 2m del suelo, en cada una de las plantas del núcleo húmedo, en cada puerta de salida de planta, en los cambios de dirección de recorrido y donde se producen los cambios de nivel de escaleras y rampa.

Instalación y características

La instalación de alumbrado de emergencia será fija y estará provista de fuente propia de energía. Alcanzará el 100% de la iluminación requerida al cabo de 60s. El valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40. La luminancia de las señales de seguridad será mayor a 2cd/m² en todas las direcciones de visión

Se asegurará una iluminancia de 5 lux para los puntos donde están situados los equipos de seguridad e instalaciones manuales contra incendios.

SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación

No aplica ya que el edificio es de un uso mixto administrativo y público y su ocupación no está prevista para un gran número de personas de pie (ocupación de 854 personas).

SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

No es de aplicación dado que el proyecto no presenta piscinas, pozos ni depósitos.

SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

El entorno donde se sitúa el edificio es una plaza de carácter peatonal en la que el tráfico es restringido a medios de transporte no motorizado y de emergencia. Así, no hay zonas de aparcamiento ni vías de circulación de vehículos en el edificio, por lo que no es de aplicación este apartado.

SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Verificación

Frecuencia esperada de impactos: $N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$ [nº impactos/año]

- Según la figura 1.1 del CTE-DBSUA 8, N_g en Valencia es de 2'00
- Al ser todo el edificio de 18m de altura, $A_e = 17694 \text{ m}^2$
- Según tabla 1.1 del CTE-DBSUA 8, $C_1 = 1$

$$N_e = 2 \cdot 17694 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = \mathbf{0'0354 \text{ impactos/año}}$$

Riesgo admisible: $N_a = 5'5 / C_2 C_3 C_4 C_5 \cdot 10^{-3}$

Según tablas 1.2,1.3,1.4 y 1.5 SUA 8:

- $C_2 = 1$
- $C_3 = 1$
- $C_4 = 3$
- $C_5 = 1$

$$N_a = 5'5 / 1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = \mathbf{0'183}$$

Como la frecuencia de impactos esperada es mayor que el riesgo admisible, se prevé la instalación de un sistema de protección contra el rayo.

Tipo de instalación exigida

La eficacia mínima de la instalación contra el rayo que se dispondrá se obtiene con la fórmula 2.1 del SUA 8:

$$E = 1 - N_a/N_e = 1 - 0'183/0'0354 = \mathbf{0'483}$$

Con ello, el nivel de protección que se requiere es de 4.

Las características de este sistema se calculan mediante el Anejo B del DBSUA y dispondrá de:

- Un sistema externo mediante pararrayos con dispositivo de cebado.
- Sistema interno unido a la estructura metálica, las instalaciones y circuitos con conductores de equipotencialidad.
- Una red de tierra para dispersar en el terreno la corriente de las descargas atmosféricas.

SUA 9 Accesibilidad

1. Condiciones funcionales

El exterior del edificio es una plaza de carácter peatonal en la que toda ella se puede realizar un itinerario accesible, comunicando con los cuatro accesos del edificio. La pendiente que hay en la plaza es del 1%.

En el proyecto hay dos ascensores de dimensiones 1'5 x 1'1m por lo que se dispone de una comunicación entre plantas y un recorrido interior accesible. Cumpliendo con la norma UNE EN 81-70:2004, la botonera incluye caracteres en Braille y en alto relieve, contrastados cromáticamente.

Para asegurar que los itinerarios del edificio sean accesibles, se cumple:

- Espacio de giro disponible a las entradas del edificio y frente a ascensores de diámetro Ø 1,50 m
- Anchura libre de paso $\geq 1,20$ m.
- Puertas con anchura libre de paso $\geq 0,80$ m, de una hoja.
- Mecanismos de apertura y cierre situados a 1'2m, maniobrables con una sola mano o automáticos
- Fuerza de apertura de las puertas de salida ≤ 65 N
- Pavimentos sin elementos sueltos y resistentes a la deformación
- Pendiente $\leq 4\%$

2. Dotación de elementos accesibles

Servicios higiénicos

En cada planta de los núcleos húmedos existe un aseo accesible de uso compartido para ambos sexos. Las características de este son:

- Comunicado con itinerario accesible
- Espacio libre de obstáculos de Ø 1,50 m
- Puerta corredera
- Dispone de barra de apoyo, mecanismos y accesorios diferenciados cromáticamente del entorno
- El lavabo tiene un espacio libre inferior mayor a 70cm de altura y una profundidad de 1'3m
- El inodoro posee un espacio de transferencia lateral de anchura mayor a 80cm y 75 cm de fondo.
- La barra de apoyo es de sección circular de 30mm de diámetro, situada a 70 cm y longitud 75 cm; con una resistencia mayor a 1kN en cualquier dirección.
-

Punto de atención y mecanismos

En la zona de atención al público se dispone de espacio accesible. Del mismo modo, los dispositivos de intercomunicación y pulsadores de alarma son mecanismos accesibles.

3. Condiciones y características de la información y señalización

Se señalan los servicios higiénicos accesibles mediante SIA de la norma UNE 41501:2002, con pictogramas en alto relieve a una altura de 1'2m junto al marco, a la derecha de la puerta en sentido de entrada.

En el caso de itinerarios, ascensores y entradas al edificio, no se precisa señalización ya que todos estos son accesibles.

Memoria de cumplimiento del DBHS (Salubridad)

Se prevé la justificación del proyecto con el CTE-DBHS para satisfacer el requisito básico de “Higiene, salud y protección del medio ambiente”. Es decir, la salubridad, que *“consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento”*.

HS 1 Protección frente a la humedad

1. Diseño

Muros

Grado de impermeabilidad	
1 *Según tabla 2.1 del DBHS 1	
Condiciones de soluciones constructivas	
I2+I3+D1+D5 La impermeabilización se realizará mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante. Se dispone una capa drenante y una capa filtrante entre la lámina impermeabilizante y el terreno. Se dispone una red de evacuación del agua de lluvia en la parte de la cubierta y del terreno que afecte al muro y se conecta con la red de saneamiento.	
Puntos singulares	
Paso de conductos	Los pasatubos se disponen de tal forma que entre ellos y los conductos existe una holgura que permite tolerancias y movimientos diferenciales. Fijado con elementos flexibles.
Esquinas y rincones	En el encuentro de dos planos impermeabilizados se coloca una capa de refuerzo de impermeabilizante.
Juntas	La impermeabilización de las juntas de hormigonado se resuelve con una banda elástica embebida en los dos lados de la junta.

Suelos

Grado de impermeabilidad	
1 *Según tabla 2.1 del DBHS 1	
Condiciones de soluciones constructivas	
Según la tabla 2.4 no se le exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes	

Fachadas

Grado de impermeabilidad	
Zona pluviométrica = IV Zona eólica = 1 Exposición al viento = 3	

Condiciones de soluciones constructivas

R1+B1+C1

El revestimiento exterior presenta resistencia a la filtración mediante un acabado plástico, adherido al soporte, con un alto grado de permeabilidad al vapor, adaptación a los movimientos y comportamiento aceptable frente a la fisuración.

Se dispone de barrera a la filtración mediante un aislante no hidrófilo colocado en la cara interior.

Se utiliza una hoja de espesor medio.

Puntos singulares

Encuentro con carpintería	Se debe sellar la junta entre el cerco y el muro con un cordón llagueado en el muro.
Galería exterior	Debe tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° y poseerá en todas sus caras una barrera impermeable.

Cubierta**Grado de impermeabilidad**

Único exigido

Condiciones de soluciones constructivas

La cubierta es plana invertida y cumple con las condiciones estipuladas en 2.4.2 del HS. Consta:

- Forjado
- Capa separadora inferior
- Membrana impermeabilizante
- Capa separadora superior
- Aislante térmico
- Lámina antipunzonante
- Baldosas elevadas sobre soportes

Puntos singulares

Juntas de dilatación	Se disponen a una distancia máxima de 15m, en los encuentros con los paramentos verticales de los núcleos portantes. Se colocará un sellante sobre el relleno enrasándolo con la cubierta.
Encuentro con muro de núcleo	La impermeabilización se prolonga hasta 20 cm por encima de las baldosas elevadas. El remate de la impermeabilización se hará mediante un perfil metálico inoxidable.
Encuentro con canalón	El canalón dispone de alas de 10 cm de anchura en los bordes superiores y está provisto de una rejilla protectora. Se sitúa separados al menos de 50 cm respecto a los paramentos verticales y elementos pasantes.
Accesos de mantenimiento	Se dispone de un desnivel de 20cm de altura por encima de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubre.

2. Dimensionado**Tubos de drenaje**

Grado de impermeabilidad	Pendiente mín.	Pendiente máx.	Ø drenes bajo suelo	Ø drenes en perímetro de muro	Sup. Mín de orificios
1	3 ‰	14 ‰	125	150	10 cm ³ /m

Canaletas de recogida

Grado de impermeabilidad	Pendiente mín.	Pendiente máx.
1	5 ‰	14 ‰

3. Productos de construcción y Construcción

Se indicarán las condiciones de control para la recepción de productos en el pliego de condiciones y se comprobarán que corresponden a los especificados, con la documentación exigida, siguiendo así, los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE.

La ejecución de la obra del edificio se ejecutará según la legislación aplicable y conforme a lo indicado en el pliego de condiciones.

4. Mantenimiento y conservación

Se realizarán las operaciones de mantenimiento y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos:

Suelos	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año
	Limpieza de las arquetas Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje	1 año
	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
Cubiertas	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

HS 2 Recogida y evacuación de residuos

Al tratarse de un edificio de uso mixto administrativo y público se prevén espacios y vías de extracción de los residuos ordinarios para una fácil clasificación, de manera que estos luego puedan ser recogidos y trasladados por los servicios municipales del ayuntamiento de Valencia en los contenedores de las vías colindantes.

El espacio reservado para la recogida de basura en base al punto 2.1.2.2 del DBHS2, será de 136m² de superficie.

HS 3 Calidad del aire interior

Esta sección del CTE-HS regula las condiciones de edificios de viviendas, almacenes, aparcamientos y garaje; en el caso de este edificio al ser de un uso distinto a los nombrados, se normaliza mediante las exigencias básicas establecidas en el RITE.

Al ser un proyecto de ámbito académico se reconocen estas condiciones pero no se desarrollarán en esta memoria.

HS 4 Suministro de agua

1. Propiedades de la instalación

Se prevé una instalación de suministro de agua para el edificio, esta contará con unas condiciones materiales que aseguren la calidad de agua, garantizando una resistencia física y química para las condiciones de servicio previstas y el tipo de agua suministrada.

Del mismo modo, se dispondrán sistemas anti-retorno en los puntos de conexión con los dispositivos y en la base de las ascendentes para evitar la inversión del sentido del flujo.

2. Caracterización y cuantificación de las exigencias

La obtención de los caudales requeridos para los aparatos y equipos de la instalación tanto de agua fría como de ACS se hace en base a la tabla 2.1 del DBHS 4, de esta manera:

	Caudal mín. Agua fría (dm³/s)	Caudal mín. ACS (dm³/s)
Núcleos húmedos		
Lavabo	0'1	0,065
Inodoro con cisterna	0'1	-
Talleres		
Lavamanos	0'05	0,03
Sala técnica		
Grifo aislado	0'15	0,1

Se asegurará que la presión mínima en los grifos comunes sea de 100 kPa y en los fluxores de 150 kPa, sin superar en ningún caso los 500 kPa. Además la temperatura de salida del ACS no será mayor a 65°. Los grifos de lavabos y cisternas se prevén dotados de dispositivos de ahorro de agua.

Los equipos de bombas de calor, intercambiador y acumuladores se instalarán en los locales técnicos diseñados en cubierta para poder hacer un mantenimiento adecuado. Los sistemas de tuberías se ramifican a través de los espacios reservados en los núcleos del edificio de manera que se posibilite su registro.

Para el sistema de ACS se dispone una red de retorno para procurar un mayor ahorro de agua.

3. Diseño

El esquema general del sistema de suministro de agua desarrollado en el proyecto está compuesto de una acometida, la instalación general con un contador único, un tubo de alimentación y un distribuidor principal; y derivaciones colectivas.

Las condiciones estimadas para estos elementos son:

- a. La acometida dispondrá de una llave de toma en carga del suministro de la red exterior; un tubo de enlace de llave de toma con la llave de corte general; y una llave de corte exterior
- b. El comienzo de la instalación general contará con una llave de corte general en el edificio y a continuación un filtro general, el contador, una llave y grifo, válvula de retención y válvula de salida.

Todo esto situado en el armario de contador general y puesto en plano, paralelo al del suelo.

- c. Tanto el tubo de alimentación como el distribuidor principal se realizan empotrados bajo suelo, con arquetas de registro en sus extremos.
- d. Los montantes discurren por los espacios laterales reservados en los núcleos para el paso de instalaciones. Dispondrán en su base una válvula de retención, llave de corte y llave de paso con grifo.
- e. Existirá un grupo de presión de red alojado en local en cubierta, de accionamiento regulable para asegurar la presión constante de salida del agua.
- f. Se prevé la instalación de un sistema de tratamiento de agua situado en cubierta.

Las instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS) cumplirán estas mismas condiciones. Además, se dispondrá de una red de retorno que constará de un colector de las distribuciones y una columna de retorno; esta discurrirá de manera paralela al circuito de impulsión.

El aislamiento de las redes del sistema se ajustará a lo expuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

Todo lo expuesto así como el trazado de la instalación se detalla en los planos de cumplimiento de CTE en la memoria gráfica.

4. Dimensionado

Dado que el edificio posee un único contador, el espacio de alojamiento viene dimensionado mediante la tabla 4.1 del HS 4; las dimensiones mínimas requeridas del armario para este proyecto son de 0'6x0'5m y 0'2m de altura.

El cálculo de la red se realiza analizando el tramo más desfavorable, obteniendo unos diámetros que posteriormente se comprobará en función de la pérdida de carga que se obtenga. La materialidad de las tuberías es de polietileno reticulado.

De esta manera, el dimensionado tendrá en cuenta un coeficiente de seguridad y una velocidad de cálculo de 0'6 m/s.

Se comprobará que la presión disponible en los puntos de consumo es mayor a las especificadas en el punto 2 de este apartado.

PCubierta

Aparato	Q instalado (l/s)	Coefficiente k	V diseño (m/s)	Ø nominal enlace proyecto (mm)	Ø nominal enlace mínimo (mm)
Grifo aislado (x2)	0'15	1	0'6	20	-

P3

Aparato	Q instalado (l/s)	Coefficiente k	V diseño (m/s)	Ø nominal enlace proyecto (mm)	Ø nominal enlace mínimo (mm)
Lavabo (x6)	0'1	1	0'6	16	12
Inodoro con cisterna (x7)	0'1	1	0'6	40	40
Lavamanos (x8)	0'05	1	0'6	8	12

PB-P1-P2

Aparato	Q instalado (l/s)	Coefficiente k	V diseño (m/s)	Ø nominal enlace proyecto (mm)	Ø nominal enlace mínimo (mm)
Lavabo (x6)	0'1	1	0'6	16	12
Inodoro con cisterna (x7)	0'1	1	0'6	40	40

El dimensionado de los tramos de suministro se dimensiona mediante los mínimos estipulados en la tabla 4.3:

Tramo	Q _{total} (l/s)	Ø nominal enlace mínimo (mm)
Alimentación núcleo húmedo	1'3	20
Columna	4'2	20
Distribuidor principal	5'5	20

_Dimensionado ACS

Las redes de impulsión de ACS cumplirán las mismas características técnicas que las especificadas para el agua fría.

Respecto a la red de retorno, se estima que en el tramo hasta el grifo más alejado se tiene una pérdida de temperatura menor de 3°C. No se recirculará menos de 250l/h en cada columna. El diámetro mínimo será de 16mm y se dispondrá según lo expuesto en la tabla 4.4 del HS 4.

Dimensionado de equipos, elementos y dispositivos

El calibre del contador se adecuará tanto en agua fría como ACS a los caudales nominales y máximos de la instalación.

El volumen del grupo presión se calcula en función del tiempo de utilización:

$$V = Q \cdot t \cdot 60 = 5'5 \cdot 15 \cdot 60 = 4950 \text{ l}$$

Las bombas se calcularán en función del caudal y las presiones de arranque y parada. El caudal máximo será el caudal punta de la instalación.

Para el depósito de presión, se adoptará un valor límite del número de arranques y el diámetro nominal de la instalación se establecerá en función de la tabla 4.5.

5. Condiciones de construcción y ejecución

La instalación de suministro de agua se ejecutará de manera que no se dañen o deterioren sus elementos ni el resto del edificio. Se asegurará las características de potabilidad y las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación. Las uniones de los tubos y resistirán los esfuerzos mecánicos. Se procurará la protección de las tuberías empotradas en contra las condensaciones y máximos térmicos; de la misma forma que se adoptarán medidas para evitar la producción de ruidos de la instalación.

Se revisará que los materiales de obra cumplan los requisitos salubres y el funcionamiento de estos en servicio. Después de realizar la instalación, la empresa instaladora realizará una prueba de puesta en servicio para asegurar el cumplimiento de la normativa exigida.

HS 5 Evacuación de aguas

1. Caracterización y cuantificación de las exigencias

Esta sección se aplica a la evacuación de aguas residuales y pluviales del proyecto. Para ello, se tendrá en cuenta una serie de condiciones previas respecto al sistema de instalación:

- Se dispondrán cierres hidráulicos para impedir el paso del aire contenido en la instalación hacia los espacios habitados. También se preverá un sistema de ventilación
- Se diseña de modo que no haya retenciones de aguas en el interior. Los colectores desaguarán por gravedad hacia la arqueta general de conexión entre el sistema de evacuación y la red de alcantarillado público
- Se dispondrá un sistema separativo de aguas

2. Diseño

La red de evacuación estará compuesta por los siguientes elementos:

Cierres hidráulicos	Consisten en sifones individuales de cada aparato, autolimpiables y de registro fácilmente accesible y manipulable. Con una altura de 70mm, la altura está a una distancia menor de 60cm de la válvula de desagüe. Para el caso de los lavabos, se adapta un bote sifónico que recoge los aparatos individuales.
Redes de pequeña evacuación	Se conectan a las bajantes mediante uniones de mayor inclinación a los 45°. En el caso de los lavabos tendrá una pendiente entre 2'5-5% y para los inodoros se realizará con manguetón.
Bajantes y canalones	Se sitúan en los núcleos portantes y se realizarán sin desviación y un diámetro uniforme en toda su altura
Colectores	Se dispondrán enterrados en zanjas con las dimensiones correspondientes y con una pendiente mayor al 2%. Habrá arquetas de registro colocadas de manera que no haya tramos mayores de 15m
Elementos de conexión	La conexión de la red vertical con la horizontal se realiza mediante arquetas sobre hormigón con tapa practicable
Válvulas antirretorno de seguridad	Se instalan como prevención de posibles inundaciones cuando la red exterior de alcantarillado se sobrecargue. Con posibilidad de registro para su mantenimiento
Subsistemas de ventilación	Se planean subsistemas de ventilación primaria, secundario, terciaria y ventilación con válvulas de aireación-ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las pluviales

3. Dimensionado de red de evacuación de aguas residuales

Se estiman los UD de cada derivación individual según el tipo de aparato en base a la Tabla 4.1 del DBHS 4 (4.1), de esta manera,

Elementos sanitarios en cada planta del proyecto:

Aparato	Unidades	Uso	Unidades de desagüe	Total UDs	Diámetro mínimo sifón y derivación
Lavabo	6	Público	2	12	40
Inodoro con cisterna	7	Público	5	35	100
Lavamanos	8 (sólo P3)	Público	2	16	40

Total de Unidades de desagüe en todo el edificio = **168 UDs**

Para el cálculo de los ramales colectores, se aplica la Tabla 4.3, de lo que se obtiene que todos los diámetros de estos será de **90mm** con una pendiente del **1%**.

Bajantes

El dimensionado se realiza de manera que no se superen lo 250Pa de variación de presión. El diámetro de las bajantes se obtiene considerando el máximo número de US en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función de las plantas:

Al ser un edificio de más de 3 plantas, el diámetro correspondiente para un máximo de UD de 63 por planta es de **90 mm** según lo establecido en la Tabla 4.4.

Respecto a las desviaciones, si el ángulo resultante respecto a la vertical tiene que resolverse mayor a los 45°, el tramo de la desviación se recalculará como un colector horizontal de pendiente 4% y considerando que no debe ser menor que el tramo anterior.

Colectores horizontales

Se dimensionan de manera que funcione a media sección o como máximo, con tres cuartos de sección, con un flujo uniforme. Los diámetros de estas tuberías se calculan en función del máximo número de UD y la pendiente. Con esto se resuelve que:

- la pendiente adoptada será del **1%**
- el diámetro de los colectores de **110 mm**

4. Dimensionado de red de evacuación de aguas pluviales

Los elementos de la pequeña evacuación de aguas pluviales se calculan en función de la superficie de cubierta. Al ser una cubierta de 1119 m², los canalones se proyectan con una pendiente del 0'5% y cada uno sirve a un área máxima de 160m² por lo que la sección adoptada es de **0'5x0'2m**.

Bajantes

De la misma forma, las bajantes se dimensionan en función de la superficie de cubierta a la que sirven. En el edificio habrá dos bajantes pluviales por núcleo portante, por lo que cada una servirá a una superficie de 140m². De acuerdo con la Tabla 4.8, el diámetro nominal de cada bajante será de **75mm**.

Colectores

Se calculan a sección llena permanentes en función de la superficie a la que sirve y la pendiente proyectada. En este caso, según la Tabla 4.9, el diámetro nominal de colector es de **200 mm**.

5. Construcción, ejecución y mantenimiento

Las instalaciones de aguas residuales se ejecutarán conforme al proyecto y la legislación aplicable. La dirección de obra se encargará del correcto procedimiento para que todo lo estipulado se lleve a cabo y no hay errores en la puesta en obra.

Se asegurará que las características generales de los materiales cumplen con los requisitos mecánicos y químicos para el tipo de instalación que se constituye. Al finalizar la instalación, se realizarán pruebas de estanqueidad para comprobar que las prestaciones del sistema son correctas.

Memoria de cumplimiento del DBHR

(Protección frente al ruido)

Se establecen los procedimientos correspondientes según la norma para cumplir las exigencias básicas de la protección frente al ruido. *“Consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento”.*

1. Caracterización y cuantificación de las exigencias

Tanto los elementos constructivos interiores de separación como las fachadas y suelos en contacto con el aire exterior se conciben de manera que cumplen los requisitos mínimos exigidos. Por las características del entorno en el que se sitúa el proyecto, se considera un índice de ruido día **L_d = 65 dB**.

De esta manera, según lo expuesto en la tabla 2.1 del DBHR (2), se considera un valor de aislamiento acústico a ruido aéreo **D_{2m,nT,Atr} = 32 dB**, para todas las estancias.

En lo relativo al aislamiento acústico a ruido de impactos, para los espacios colindantes a los espacios destinados a albergar instalaciones, se considera **L'_{nT,w} ≤ 60**. Además, se limitan los niveles de ruido y vibraciones que se puedan transmitir a través de sujeciones con los elementos constructivos.

Los recintos de instalaciones en cubierta en el que se albergan la maquinaria de ascensor como las bombas de calor y acumuladores, no superarán los objetivos de calidad acústica correspondientes.

2. Diseño y dimensionado_Opción simplificada

Las compartimentaciones interiores de entramado autoportante de paneles de fibrocemento presentan un índice global de reducción acústica de **R_{A,tr} = 45 dbA**, por lo que según lo expuesto en la tabla 3.1, se cumple el límite de tabiquería.

Respecto a los elementos de separación horizontales se tiene en cuenta la masa por unidad de superficie del forjado del edificio, en este caso mayor de 500 kg/m², por lo que los parámetros acústicos de suelo flotante, falso techo y condiciones de fachada, no aplican.

Al tener distinto carácter las fachadas pero todas con un alto nivel de acristalamiento, se escoge el caso más desfavorable, con un índice de **huecos del 57%**. De acuerdo con la tabla 3.4 del DBHR (3) y con el índice global de reducción acústica de la parte ciega del entramado que forma la fachada, el límite de ruido para los componentes acristalados es de **R_{A,tr} = 34dB**.

3. Control de productos, construcción y ejecución

Se prevé que los productos utilizados en la construcción cumplan los requisitos estipulados y que se proceda al control de recepción de materiales para comprobar que corresponden a los especificados.

De la misma forma se asegurará que el desarrollo de puesta en obra es correcta conforme a lo que se indicará en el pliego de condiciones.

Tras haber finalizado se hará un estudio de las prestaciones acústicas de la obra ejecutada.

Memoria de cumplimiento del DBHE (Ahorro de energía)

Se pretende la aplicación y correcto cumplimiento de la normativa básica del DBHE para *“conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento”*.

HE 0 Limitación del consumo energético

Esta sección es de aplicación al ser un edificio de nueva edificación. La caracterización de la exigencia se lleva a cabo en función de la zona climática de la ubicación y del uso previsto del edificio. El valor límite para el consumo energético de energía primaria se lleva a cabo mediante la expresión:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S$$

Así, para la zona climática del Proyecto (B3) y según la tabla 2.1 del apartado 2.2 del DBHE 0, se obtiene para el GBCm un consumo límite de:

$$C_{ep,lim} = 45 + 1000 / 3340 = \mathbf{0'3129 \text{ kWh/m}^2}$$

HE 1 Limitación de la demanda energética

Esta sección también es aplicable al proyecto por la misma razón de ser un edificio de nueva construcción. Se lleva a cabo:

- la justificación de la exigencia energética
- la consideración de los datos correctos para el cálculo de la demanda
- el procedimiento riguroso del cálculo
- un modelo de edificio con un diseño de envolvente térmica adecuada al comportamiento del edificio (HULC)

Para justificación de la demanda energética se considera la zona climática B3, por lo que según lo especificado en el Apéndice D del HE1 del CTE DB, se comprueba la transmitancia del proyecto con estos límites:

- a. Muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno = 0'94 W/m²K
- b. Suelos = 0'53 W/m²K
- c. Cubiertas = 0'50 W/m²K
- d. Factor solar modificado límite de lucernarios = 0'29

Así, los sistemas constructivos del proyecto:

FACHADAS				
	Espesor	λ	U	T
Muro de hormigón armado				
Hormigón armado	0'150	2'300	0'06	
Aislante EPDM	0'070	0'07	1	
Hormigón armado	0'2800	2'300	0'12	
			1'18	0'84
Cerramiento de paneles ligeros				
Lámina protectora	0'001	0'200	-	
Placas de fibrocemento	0'016	0'220	0'073	
Aislamiento EPDM	0'160	0'07	2'280	
Placas de fibrocemento	0'016	0'220	0'073	
			2'43	0'41

SUELOS				
	Espesor	λ	U	T
Suelo en contacto con el terreno				
Baldosa de fibras	0'06	0'120	0'500	
Cámara de aire	-	-	-	
Aislante EPDM	0'1	0'07	1'420	
Forjado	0'200	1'901	0'100	
			2'02	0'49

CUBIERTAS				
	Espesor	λ	U	T
Cubierta plana invertida				
Baldosa de fibras	0'06	0'120	0'500	
Cámara de aire	-	-	-	
Aislante caucho	0'160	0'106	1'500	
Forjado	0'200	1'901	0'100	
			2'100	0'47

HUECOS				
*Se calcula para la orientación más desfavorable: Sur				
% de huecos: 57%				
$U_{Hlim} = 5'2 \text{ W/m}^2\text{K}$				
$F_{Hlim} = 0'51$				
	Espesor	λ	U	T
Paños de vidrio				
Vidrio triple acristalamiento	-	-	-	2'6
Marco de aluminio	0'05	0'150	0'330	
			2'100	2'29

Productos de construcción

Se asegura unos cerramientos y particiones interiores de la envolvente constituidos por materiales de construcción que cumplen las características exigibles; controlando una recepción en obra correcta de los productos así como su ejecución y terminación. Todo ello quedará especificado en el pliego de condiciones del proyecto.

HE 3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación

Tanto en el interior como en el exterior del proyecto se plantean unas instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades lumínicas de los espacios en función del momento y la luz natural que acontezca.

Esta instalación junto con sus elementos queda especificada en los planos de cumplimiento de CTE en la memoria gráfica del proyecto.

1. Eficiencia Energética de la Instalación

El valor de eficiencia energética viene regulado por la expresión:

$$VEEI = P \cdot 100 / S \cdot E_m \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Este se determina en función de la potencia de la lámpara (P), la superficie iluminada (S), y la iluminancia media horizontal mantenida (Em). Así pues, según los tipos de espacios se establece un valor u otro.

Por la variación de tipos de espacios del edificio y por tratarse de un proyecto de ámbito académico con diferentes ámbitos de extensión, no se expone el desarrollo de cálculo de este valor.

Sin embargo, se asegura el cumplimiento del límite establecido según el DBHE 3 en la tabla 2.1 de la eficiencia energética de los recintos interiores:

- Administrativo en general = 3'0 W/m²
- Zonas comunes = 6'0 W/m²
- Biblioteca = 5'0 W/m²
- Espacio de uso múltiple = 8'0 W/m²

2. Potencia instalada, control y regulación

La potencia máxima de iluminación instalada no sobrepasará los límites exigidos para el tipo de edificio según la normativa, en este caso se admite un máximo de **12W/m²** al ser de uso administrativo.

En cada zona se dispondrá de un sistema de control y regulación (encendido y apagado); por un lado un sistema manual y por otro un sistema de encendido por horario en cada cuadro eléctrico. Además, se instalarán sistemas de aprovechamiento de luz natural, de manera que se regule proporcionalmente el nivel de iluminación en función del aporte de luz (a través de los cerramientos y del atrio central).

Para garantizar a largo plazo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI, se elaborará un plan de mantenimiento de las instalaciones lumínicas donde se especificará las operaciones de reposición de lámparas, la limpieza de luminarias y zona iluminada; y el mantenimiento de los sistemas de regulación y control.

HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

1. Caracterización y cuantificación de las exigencias

Se establece una contribución mínima de energía solar térmica anual en función de la zona climática y los valores de energía solar aportada junto con la demanda de ACS. La temperatura de referencia de ACS que se toma es de 60°C.

Al situarse en Valencia, la zona climática que se considera según CTE es zona IV. La ocupación total de todo el edificio es de 854 personas, por lo que para un uso de oficinas en el que la demanda referencia se establece en 2 l/d (tabla 4.1 DBHE 4); se estima una demanda total de **1708 l/día**.

De acuerdo con la Tabla 2.1 del DBHE 4, la contribución solar mínima para la demanda de ACS total de este edificio es de **50%**.

Especificaciones

Sobrecalentamientos	En ningún mes del año la energía producida por la instalación sobrepasará el 110% de la demanda energética Se adoptarán medidas para los casos en que la contribución sobrepase el 100% de la demanda en cualquier mes del año Se incorporará un sistema de llenado automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado.
Pérdidas por orientación, inclinación y sombras	Hace referencia al porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras. Se establece un límite de pérdidas: <ul style="list-style-type: none"> - Orientación e inclinación = 10 % - Sombras = 10% - Total = 15 % La instalación se posiciona en la orientación de la diagonal principal, a SE; y se prevé que sea automática para permitir adecuar la inclinación en función del periodo del año.
Acumulación solar y conexión de sistema de generación auxiliar	Se dimensiona un acumulador acorde con la demanda. El área total de los captadores se calcula mediante la condición: $50 < V/A < 180$ $50 < 3000/24 = 125 < 180$

2. Instalación

La obtención de una contribución de energía solar se realiza mediante un sistema de captadores solares situado en cubierta, sobre la cercha y celosía del último nivel. Este sistema consistirá en un circuito primario cerrado que se encargará de calentar el agua de

los depósitos en la sala técnica de cubierta. Se reserva un área de 8 m² para colocar 15 captadores solares.

Esta agua acumulada, ya calentada, es la que sirve para el servicio de ACS o de apoyo a la demanda de ACS, juntándose en ese caso con la distribución procedente del circuito de bombas de calor.

3. Mantenimiento

Además de considerar las operaciones de mantenimiento ordinarias que se exige en la normativa durante la vida de la instalación para asegurar el funcionamiento del sistema; se definirá un plan de vigilancia y un plan de mantenimiento preventivo para complementar el mantenimiento.

El plan de vigilancia se refiere a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Tendrá el alcance estipulado en la tabla 5.1 del CTE-DBHE 4.

Por su parte, el plan de mantenimiento son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros. Implicará por lo menos una revisión cada seis meses de la instalación. El plan será realizado por personal técnico competente y se dispondrá de un libro de mantenimiento donde se reflejen todas las operaciones a desarrollar. La definición de las operaciones mínimas a realizar se basa en las especificadas en el apartado 5.2 del HE 4.

HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

1. Caracterización y cuantificación de la exigencia

Se establece una contribución de energía eléctrica mediante sistemas de captación fotovoltaicos y transformación de energía solar.

La potencia nominal mínima a instalar se calcula en función de la zona climática y su coeficiente (C) y la superficie construida del edificio (S). De esta manera:

$$P = C \cdot (0'002 \cdot S \cdot 5) = 1'3 \cdot (0'002 \cdot 3247 \cdot 5)$$

$$\mathbf{P = 1'94 \text{ kW}}$$

**Coeficiente C obtenido en base a la tabla 2.1 del DBHE 5 y la zona climática IV*

La potencia mínima del generador será por lo menos igual a la potencia nominal del inversor (como máximo de 100 kW).

Para estimar la producción de la instalación fotovoltaica se considera los ratios de producción en función de la zona climática. En el caso de Valencia, siendo una zona climática IV, el ratio de horas equivalentes anuales de referencia son **1632 kWh/kW**.

La disposición de los captadores fotovoltaicos se hará de tal manera que las pérdidas debidas a la orientación y la inclinación del sistema sea menor que las estipuladas en la tabla 2.3:

- Orientación e inclinación = 10 %
- Sombras = 10 %
- Total = 15%

2. Instalación

El sistema de instalación solar fotovoltaico se encarga de captar la radiación solar, generando así energía eléctrica en forma de corriente continua y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los usuarios del edificio. La instalación estará conectada a la red y constará de:

- Sistema generador fotovoltaico
Con módulos captadores que contienen un conjunto de elementos semiconductores (células) conectados entre sí, que transforman la energía solar en eléctrica.
- Inversor
Transforma la corriente continua en alterna, de las mismas características que la de la red eléctrica.
- Elementos de protección, seguridad, maniobra, auxiliares y de medida

Se reserva un área de 71 m² en cubierta para alojar los captadores fotovoltaicos (junto con los captadores de contribución a ACS), para colocar unas 16 placas.

3. Mantenimiento

De la misma forma que en el sistema de contribución solar de ACS, se plantean necesarias una serie de operaciones durante la vida de la instalación de contribución fotovoltaica para asegurar el funcionamiento, la fiabilidad y prolongar la duración del sistema. Esto se lleva a cabo también con la definición de un plan de vigilancia y de mantenimiento preventivo.

Estos se llevan a cabo del mismo modo que se ha explicado en el punto 3 del apartado HE 4, incluyendo en el plan de mantenimiento preventivo las actividades especificadas en la normativa CTE-DBHE 5, apartado 6.2.

Documentación complementaria

Anejo 1: Memoria de cálculo de la estructura

Anejo 2: Evaluación del grado de sostenibilidad del edificio con HADES

A.1 Memoria de cálculo de la estructura

1. Descripción de la estructura

Justificación del concepto estructural

Como se desarrolla en la memoria de tema, la idea de proyecto perseguida a lo largo de todo el diseño del GBCm es la representación de los principios defendidos por esta asociación: el desarrollo de un ejercicio arquitectónico cuidadoso y sostenible. Así, se sigue un método disciplinar y riguroso para el planteamiento proyectual, constructivo y de uso. Del mismo modo, la concepción estructural debía de ser lo más óptima y exacta para conseguir el mejor comportamiento, procurando a su vez el ahorro de material, es decir, usar un material que tenga las mejores prestaciones para el sistema estructural planteado y lograr así una economía en su configuración.

Primero de todo, el edificio que se concibe es un prisma cuadrangular de planta baja más tres alturas; las cuales se plantean de un carácter liviano, sosteniéndose sobre cuatro núcleos centrados en cada lateral del prisma (en los que se aglutinan los espacios servidores, incluyendo escaleras). Además, el edificio presenta un atrio central que atraviesa diagonalmente las plantas, generando un agujero circular, con una posición y un tamaño diferente, en cada nivel.

Así pues, con todas estas premisas se comenzó a reflexionar sobre las posibilidades estructurales que podían erigir un edificio de este carácter. Los principales desafíos radicaban en cómo cubrir las grandes luces que se generan entre los soportes (21m aproximadamente) teniendo además unos vacíos en el forjado que varían según la planta. Por otro lado, la ventaja del modelo planteado era su simetría y naturaleza geométrica, esto sumado a la posición centrada de los núcleos facilita un mejor reparto y sustento de las cargas.

Analizando todo esto, una de los mejores sistemas estructurales que podía resolver el sustento de todo el edificio sobre cuatro núcleos era el cuelgue de los forjados a través de una cercha en cubierta que apoyara sobre estos soportes. Además, se decide que el método de cuelgue de los forjados será a través de tirantes alineados con el perímetro de los núcleos, para optimizar el comportamiento (también se consideró la disposición exterior de los tirantes respecto a los forjados, pero al tener mayor comportamiento a cortante se aumentarían las secciones, por lo que se descartó).^{1*}

Para el caso de la tipología de forjados, el requisito principal era que trabajara bidireccionalmente, por lo que se consideraron diversas soluciones:

- Forjado reticular de hormigón armado.
- Losa de hormigón pretensada.

**Cabe decir, que durante el desarrollo de este sistema, también se consideró la posibilidad de cambiar el funcionamiento principal a axil de la estructura, por un trabajo a cortante. Esto se reflexionó por tratar de ahorrar la presencia de tirantes en dos de las plantas. El sistema pasaría entonces a funcionar como dos grandes vigas Vierendeel ancladas a los núcleos. Sin embargo, generaba un aumento de la sección que se iba a requerir para los montantes de estas vigas, por lo que finalmente se desechó esta idea por peor comportamiento respecto a cantidad de material.*

- Forjado metálico de vigas y correas en cuadrícula con chapa colaborante, dispuesta a modo de *damero*, variando perpendicularmente la dirección de la chapa.

Por una mejor solución entre cantidad de material, trabajo y facilidad de ejecución, se elige el forjado metálico de vigas y chapa colaborante. Además, cabe decir que de este modo se conseguía reducir mucho el peso propio de la estructura en comparación con el resto de soluciones.

La configuración de los núcleos se tuvo clara desde un principio: para obtener el mejor comportamiento y resistencia de todo el peso del edificio, los soportes debían de ser de hormigón armado. Por lo que se plantean unos núcleos portantes de hormigón armado de 40cm de grosor, en forma de C (por exigencias proyectuales), debajo de los cuales se albergará la cimentación que transmita la carga al terreno.

Por último, en la concepción de la gran cercha que recoge todas las cargas de los forjados, se desarrolla espacialmente y se estima un gran canto para un buen funcionamiento y ahorra de material.

Resumidamente, después de un análisis de las posibilidades estructurales del proyecto, el sistema que se desarrolla es el cuelgue de unos forjados metálicos de vigas, correas y chapa colaborante, a través de tirantes metálicos y soportados por una malla espacial también metálica, apoyada sobre cuatro núcleos de hormigón armado, recibiendo así toda la carga del edificio.

2. Desarrollo del cumplimiento del CTE

2.1. Normativa

El proyecto tendrá en consideración los siguientes documentos básicos del CTE:

- *DB-SE: Capítulo 4_Seguridad estructural*
- *DB-SE-AE: Capítulo 5_Acciones en la edificación*
- *DB-SE-C: Capítulo 6_Cimientos*

Además, se consideran otras normas complementarias como *EHE-08: Capítulo 7_Seguridad estructural: Hormigón*

Seguridad estructural (CTE DB-SE)

1_Proceso de verificación estructural

La comprobación estructural de un edificio requiere:

- a. determinar las situaciones de dimensionado que resulten determinantes;
- b. establecer las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura;
- c. realizar el análisis estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados a cada problema;
- d. verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

Las situaciones de dimensionado deben englobar todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

- a. persistentes, (condiciones normales de uso);
- b. transitorias, (condiciones aplicables durante un tiempo limitado (no se incluyen las acciones accidentales));
- c. extraordinarias, (acciones accidentales).

2_ Métodos de comprobación de Estados límite

Situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido.

Estados Límite Últimos (ELU)

Situaciones que de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

- pérdida del equilibrio del edificio, o parte de él
- fallo por deformación excesiva,
- transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo,
- rotura de sus elementos estructurales o de sus uniones
- inestabilidad de elementos estructurales

Estados Límite de Servicio (ELS)

Situaciones que de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción.

Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

- las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones
- las vibraciones que afecten

3_ Clasificación de acciones

Las acciones a considerar en el cálculo se clasifican por su variación en el tiempo:

- a. **acciones permanentes (G):** Actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Su magnitud puede ser constante (como el peso propio de los elementos constructivos o las acciones y empujes del terreno) o no (como las acciones reológicas o el pretensado), pero con variación despreciable o tendiendo monótonamente hasta un valor límite.
- b. **acciones variables (Q):** Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al uso o las acciones climáticas.

- c. **acciones accidentales (A):** Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia, como sismo, incendio, impacto o explosión.

4_Verificaciones basadas en coeficientes parciales

Se procede al dimensionado de la estructura en base a métodos de verificación a partir de coeficientes parciales.

Estado Límite Último (ELU)

La verificación se realiza por medio de la determinación del efecto de las acciones y su respuesta estructural, a través de los valores actuantes calculados corregidos con una serie de coeficientes.

Según el apartado 4.2.2.1, el cálculo de la combinación de acciones será a través de:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Siendo:

- **G_{k,j}**: Valor característico de las acciones permanentes
- **Q_{k,1}**: Valor característico de la acción variable determinante
- **γ_G, γ_Q**: Coeficientes de mayor ración de cargas permanentes y variables
- **ψ₀**: Coeficientes de simultaneidad de las sobrecargas

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Estado Límite de Servicio (ELS)

De la misma forma que el ELU, la verificación se realiza mediante la combinación de acciones y sus correspondientes coeficientes para determinar el efecto de las acciones.

Según el apartado 4.3.2.2 del CTE-DB-SE:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Siendo:

- $G_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes
- $Q_{k,1}$: Valor característica de la acción variable determinante
- ψ_0 : Coeficientes de simultaneidad de las sobrecarga

A considerar también son las flechas y los desplazamientos horizontales, estableciéndose en 4.3.3.1 y 4.3.3.2:

Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- a. 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- b. 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- c. 1/300 en el resto de los casos.
- d. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales, tales como tabiques o fachadas rígidas, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome es menor de:
 - a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;
 - b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

Cimientos (CTE DB-SE-C)

1_Bases de cálculo

El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (Resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distinguirá, respectivamente, entre estados límite último y estados límite de servicio.

Se tendrán en cuenta los efectos que, dependiendo del tiempo, pueden afectar a la capacidad portante o aptitud de servicio la cimentación comprobando su comportamiento frente a:

- a. acciones físicas o químicas que pueden conducir a procesos de deterioro;
- b. cargas variables repetidas que puedan conducir a mecanismos de fatiga del terreno;
- c. las verificaciones de los estados límites de la cimentación relacionados con los efectos que dependen del tiempo deben estar en concordancia con el periodo de servicio de la construcción.

Las situaciones de dimensionado de la cimentación se seleccionarán para todas las circunstancias igualmente probables en las que la cimentación tengan que cumplir su función, teniendo en cuenta las características de la obra y las medidas adoptadas para atenuar riesgos o asegurar un adecuado comportamiento tales como las actuaciones sobre el nivel freático.

Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

- a. situaciones persistentes,
- b. situaciones transitorias,
- c. situaciones extraordinarias,

Las condiciones que aseguren el buen comportamiento de los cimientos se deben mantener durante la vida útil del edificio, teniendo en cuenta la evolución de las condiciones iniciales y su interacción con la estructura.

Elementos de hormigón armado (EHE-08)

1_Bases de cálculo

La estructura proyectada debe cumplir los siguientes requisitos:

- a. **seguridad y funcionalidad estructural**, consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que la estructura tenga un comportamiento mecánico inadecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, considerando la totalidad de su vida útil.
- b. **seguridad en caso de incendio**, consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de la estructura sufran daños derivados de un incendio de origen accidental.
- c. **higiene, salud y protección del medio ambiente**, en su caso, consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que se provoquen impactos inadecuados sobre el medio ambiente como consecuencia de la ejecución de las obras.

Conforme la EHE-08, se asegura la fiabilidad requerida adoptando el método de los Estados Límite, tal y como establece el Artículo 8°. Este método permite tener en cuenta de manera sencilla el carácter aleatorio de las variables de sollicitación, de resistencia y dimensionales que intervienen en el cálculo.

2.2. Acciones en la edificación

Se determinan las acciones que actúa sobre el edificio para poder verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural y aptitud al servicio, como se establece en el DB-SE-AE (1.1)

Para ello se realiza una estimación de las diferentes cargas que soportará el edificio:

Acciones permanentes

En este caso las constituyen el peso propio, como cita el DB-SE-AE, “de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo”.

(La definición de las soluciones constructivas se especifica en el apartado de memoria constructiva, pág 01.)

CMP			
Acabados	Pavimento interior y exterior	<i>Baldosas elevadas con núcleo de madera de alta densidad y acabado cerámico</i>	0'5 kN/m²
	Tabiquería opaca	<i>Tablero ligero de fibrocemento</i>	0'15 kN/m²
	Tabiquería vidrio	<i>Vidrio simple</i>	0'13 kN/m²
	Falso techo	<i>Paneles de malla estirada de aluminio</i>	0'12 kN/m²
	Celosía	<i>Aluminio extrusionado</i>	0'5 kN/m²
Cerramiento	Opaco	<i>Tableros fibrocemento con aislamiento</i>	0'15 kN/m²
	Vidrio	<i>Triple acristalamiento</i>	0'3 kN/m²
	Cubierta	<i>Plana invertida, acabado de baldosas ligeras</i>	1'5 kN/m²
Otros	Instalaciones pesadas	---	2'4 kN/m²

Acciones variables

Comprendidas por la sobrecarga de uso “*peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso*”, la acción del viento “*fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto*”, la sobrecarga de nieve y las acciones térmicas “*deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior*”.

SCU		
B_Zonas administrativas	---	2 kN/m ²
C_Zonas de acceso al público	Zonas con mesas y sillas	3 kN/m ²
	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas	5 kN/m ²
GCubiertas accesibles únicamente para conservación	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 kN/m ²

*Cargas obtenidas de la tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE:

SCV		
Dirección 01	Barlovento (c _p)	0'612 kN/m ²
	Sotavento (c _s)	0'306 kN/m ²
Dirección 02	Barlovento (c _p)	0'612 kN/m ²
	Sotavento (c _s)	0'306 kN/m ²

*Cargas de viento obtenidas a través del cálculo según lo expuesto en el CTE-DBSE-AE 3.3:

Presión estática del viento kN/m²

$Q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$	Presión a barlovento
$Q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_s$	Succión a sotavento

Coefficiente de exposición

Grado de aspereza en el entorno	$C_e = F \cdot (F + 7k)$
$k = 0'156$	I (Según tabla D.2)
$L = 0'003$	
$Z = 1$	
	$F = k \cdot \ln(\max(z, Z)/L)$

Geometría del edificio

	Dirección A	Dirección B
Altura	18 m	18 m
Profundidad	33'6 m	33'6 m
Esbeltez	0'5	0'5

Coefficientes de presión y succión

Presión Cp	0'8	0'8
Succión Cs	0'4	0'4

Altura	Presión estática del viento kN/m ²		
	3'6m	F	
Ce			2'4312
Dirección 01		Barlovento	0'822
		Sotavento	0'411
Dirección 02		Barlovento	0'822
		Sotavento	0'411
18	F		1'3571
	Ce		3'3238
	Dirección 01	Barlovento	1'123
		Sotavento	0'562
	Dirección 02	Barlovento	1'123
		Sotavento	0'562
10'8	F		0'9062
	Ce		1'8108
	Dirección 01	Barlovento	0'612
		Sotavento	0'306
	Dirección 02	Barlovento	0'612
		Sotavento	0'306

SCN		
Valencia	S _k	0'2 kN/m ²
	μ	1

*Cargas obtenidas con los datos facilitados en CTE DB-SE-AE (3.5 y tabla 3.8)

Acciones térmicas

Las edificaciones se someten a deformaciones y cambios geométricos a causa de los cambios de temperatura ambiente exterior. En este caso, no se tiene en cuenta el efecto térmico ya que las dimensiones del edificio (33'6x33'6m) no son tan grandes como para tenerlas en cuenta, según el CTE DB-SE-AE 3.4.1, se especifica que a menos que el edificio tenga elementos continuos de más de 40 m de longitud, se podrá omitir su cálculo.

Cargas accidentales

1_Sismo

Para el cálculo de las acciones sísmicas, se recurre a la norma de construcción sismorresistente NCSE- 02. En los criterios de aplicación de esta norma se aclara que para *“construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, si la aceleración sísmica de cálculo ac es igual o mayor de 0,08g, no se tendrá en cuenta la aplicación de la norma”*.

Consultando la figura 2.1 del documento, se obtiene que la aceleración sísmica para Valencia tiene un valor entre 0'04g y 0'08g, por lo que es igual o menor a lo dicho y no se aplica.

2_Incendio

Se determina en función al CTE DB-SI, por lo que se desarrolla en la sección de cumplimiento de DBSI de este documento (pág. 10).

3_Impacto de vehículos

En este caso no aplica.

2.2. Materiales

Los materiales que se usas en todo el edificio para la estructura son el acero principalmente y el hormigón armado para los núcleos portantes.

Hormigón armado

Elemento	Tipo de material	Armaduras
Muros portantes	HA-25/B/20/IIa	B500S
Cimentación	HA-25/B/40/IIa	B500S

Acero

Elemento	Tipo de material	Sección
Vigas	S275	IPE-600 HEB-160
Zunchos	S275	IPE-600
Tirantes	S275	tubular #80.80.6
Cercha	S275	tubular #120.120.6 #160.160.9 #180.180.10 #220.220.12

2.3. Coeficientes de seguridad

ELU		
Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero γ_s
Persistente o transitoria	1'5	1'15
Accidental	1'3	1'0

3. Predimensionamiento

3.1. Estructura

Para este proyecto no se ha realizado un predimensionamiento de forma estricta ya que al ser una estructura con unos forjados de comportamiento bidireccional, teniendo unos elementos que se sustentan unos a otros; con el mismo funcionamiento pero con distintas luces en cada nivel, resulta muy complicado hacer un tanteo de las secciones con cálculos simples. Por lo que la aproximación al dimensionamiento de los elementos estructurales se realiza con *prueba y error* de secciones a través de modelos de cálculo facilitado con la herramienta de diseño estructural SAP y aplicando todas las cargas y parámetros analizados en el punto 2.

Por otro lado, el predimensionado de los elementos de hormigón armado de los núcleos portantes se ha realizado según condiciones proyectuales. De la misma forma, la dirección y orientación de las diagonales de la cercha se disponen según el diseño de proyecto, corrigiéndolo posteriormente después de haber analizado el comportamiento desarrollado en el modelo.

Con todo esto, los primeros ensayos informáticos en el programa SAP se llevan a cabo asignando las siguientes secciones:

Forjados	Vigas	IPE-400
	Zunchos	IPE-400
Cuelgue	Tirantes	tubular #50.50.4
Cercha	Cordones	tubular #120.120.5
	Diagonales	tubular #120.120.5
	Montantes	tubular #120.120.5
	Zunchos	tubular #120.120.5
Núcleos	Muros HA-25, armadura S275	40 cm espesor

3.2. Cimentación

Se lleva a cabo también un tanteo de la cimentación a realizar. Esta se dispondrá debajo de los núcleos-soportes, por lo que la carga total del edificio se repartirá en cuatro zonas localizadas.

Primero se analizan los datos del terreno, obtenidos de la *Geoweb* (facilitado por el Instituto Valenciano de la Edificación).

UTM X	729419
UTM Y	4371171
Municipio	VALENCIA
Comarca	l'Horta
Provincia	VALENCIA / VALENCIA
Número de hoja / Nombre	1514
Tipo de suelo	Arcillas blandas y muy blandas
Geomorfología	Marjal
Litología	
Riesgos geotécnicos	Zonas inundables
Aceleración sísmica	0.06
Coefficiente de contribución	1

Tensión característica inicial	50
Espesor conocido de suelos blandos	12
Pendiente mayor de 15°	No

Tras esto, se considera una cimentación profunda por medio de pilotes ya que la naturaleza del terreno hace que sea algo inestable para otros tipos de cimentaciones más superficiales. Se decide realizar pilotes por punta al conocerse debajo un estrato resistente algo más profundo; y hormigonarlos in-situ ya que en este entorno se encuentran algunas edificaciones históricas próximas, que con otros métodos como el *hincado*, podrían ocasionarse problemas con las vibraciones.

Se realiza un predimensionamiento de los pilotes con un diámetro de 0'8m, recogidos en su extremo superior por un encepado. Se diseñan dos tipos de encepado y agrupación de pilotes (uno por cada tipo de núcleo portante):

- I. Dimensión 6'6x8'8x1'8m, con tres filas desfasadas de pilotes, separadas 2'1m de eje a eje y presentando las filas de los extremos con tres pilotes mientras que la central, dos (total = 8 pilotes).
- II. Dimensión 6'6x12x1'8m, con tres filas desfasadas de pilotes, separadas 2'1m de eje a eje y presentándolas de los extremos cuatro pilotes mientras que la central, tres (total = 11 pilotes).

*En la memoria gráfica, apartado 4, se exponen los planos de esta cimentación.

4. Dimensionado

Como se ha ido comentando a lo largo del documento, el dimensionado de la estructura del proyecto se realiza a través de la herramienta informática de diseño y cálculo estructural SAP 2000. A continuación se detalla el proceso seguido:

4.1. Desarrollo del modelo de cálculo

La modelización de la geometría de la estructura se ha realizado mediante el programa *Autocad de Autodesk*. Para la posterior exportación al software de cálculo y la compatibilidad requerida, se configura la estructura de todo el edificio con líneas y 3Dcaras en función del tipo de elemento (barras o elementos finitos).

Así el modelo cuenta con:

	Elemento vertical	Elemento horizontal
Barras	Tirantes (66)	
	Montantes_cercha (171)	
	Diagonales_cercha (329)	
		Vigas (770)
		Zunchos (444)
Elementos finitos		Cordón superior_cercha (282)
		Cordón inferior_cercha (265)
	Núcleos_Pportante (1231)	
	Núcleos_Pcerramiento (228)	
	Fachada (2340)	
		Forjado (5126)

El modelo tiene unas dimensiones de 33'6x33'6x18m, con altura entre forjados de 3'6m. Por otro lado, cabe destacar que se ha simplificado la parte del vacío de la cercha; es decir, en el diseño proyectual, la malla espacial presenta un agujero diagonal en forma de tronco de cono, por lo que cada uno de los montantes que unen los cordones perimetrales, presentan una dirección y orientación distinta. Así que se decide simplificar esa parte del modelo y hacer el agujero circular recto, disponiendo los montantes perimetrales en vertical.^{2*}

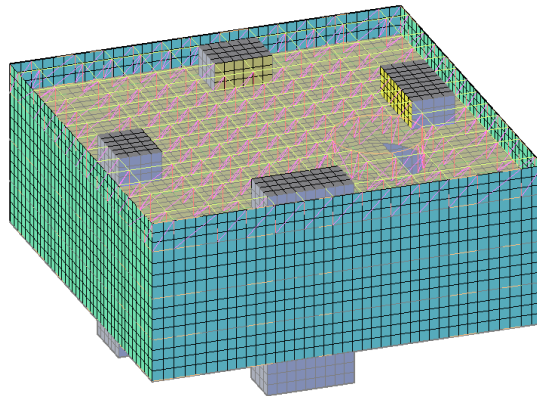


Imagen01_ modelo en AutoCad

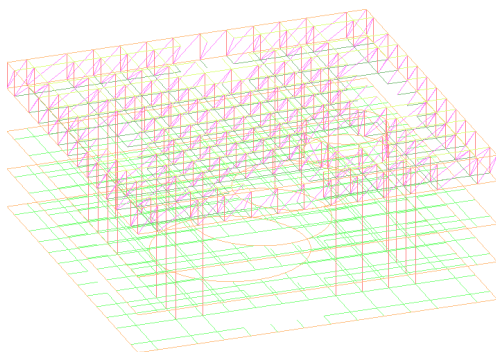


Imagen02_ barras de modelo

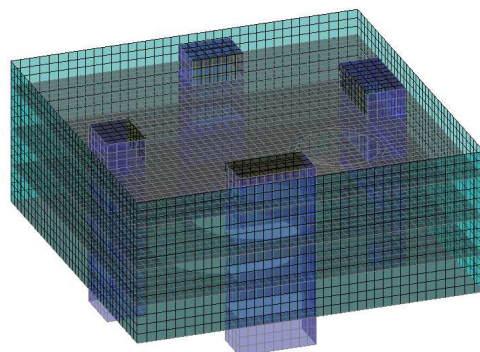


Imagen03_ 3Dcaras en modelo

4.2. Definición de condiciones de enlace, secciones y cargas en SAP 2000

Condiciones de enlace

Se especifica que los nudos extremos inferiores de las 3Dcara últimas de los núcleos portantes sean enlaces de empotramiento para simular su enlace con la cimentación del edificio. El resto de nudos presentes en el modelo también son uniones restringidas.

² *A pesar de haber realizado el cálculo de este modo, en los planos de la memoria gráfica se presentan como montantes inclinados según el atrio.

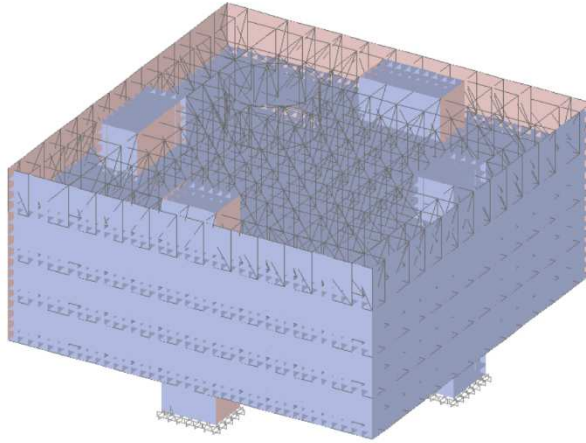


Imagen05_modelo en SAP

Secciones

Como se ha comentado en el apartado 3, se han ido variando y comprobando las secciones del modelo hasta llegar a una solución óptima, con una configuración coherente y que trabaje bien las acciones recibidas.

Así, se comienza con un tanteo asignando las secciones citadas en la tabla de 3.1., hasta concluir en:

Forjados	Vigas	IPE-600
	Zunchos	IPE-600
Cuelgue	Tirantes	tubular #80.80.6
Cercha	Cordón inferior	HEB-160
	Cordón superior	tubular #160.160.9 #220.220.12
	Diagonales	tubular #120.120.6 #180.180.10
	Montantes	tubular #160.160.9 #180.180.10 #220.220.12
	Zunchos	HEB-160 tubular #160.160.9
Núcleos	Muros HA-25, armadura S275	40 cm espesor

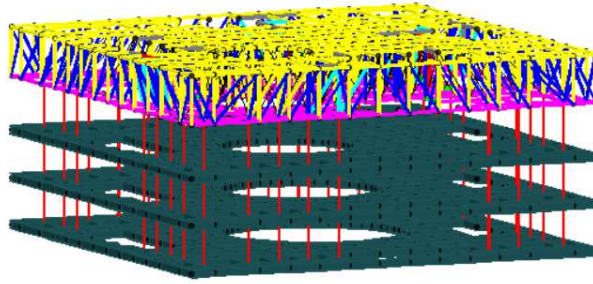


Imagen05_diferentes secciones asignadas en SAP

Asignación de cargas

Tras tener todas las características técnicas de la materialidad del modelo, se asignan las diferentes combinaciones de acciones que afectarán al edificio (analizadas en el apartado 2.1. y 2.2. de este documento).

Se definen hipótesis básicas de:

- Peso Propio (CMP)
- Acciones variables de Uso (SCU)
- Acciones variables de Viento_dirección01 (SCVx)
- Acciones variables de Viento_dirección02 (SCVy)
- Acciones variables por carga de Nieve (SCN)

Además de esto, cabe decir que se ha cerciorado que las direcciones de los ejes locales de las 3Dcara fueran las correctas para el buen reparto de las cargas, sobre todo en el caso de los forjados ya que la chapa colaborante va cambiando de dirección.

También que la aplicación de todas las acciones fueran directamente sobre los elementos que las reciben ya que el propio software reparte las cargas a los demás elementos.

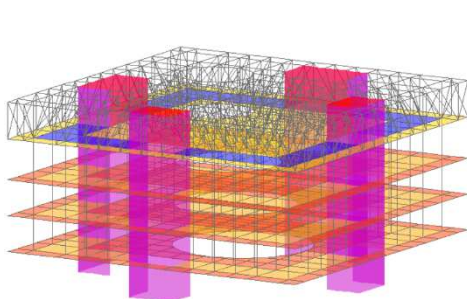


Imagen06_cargas CMP

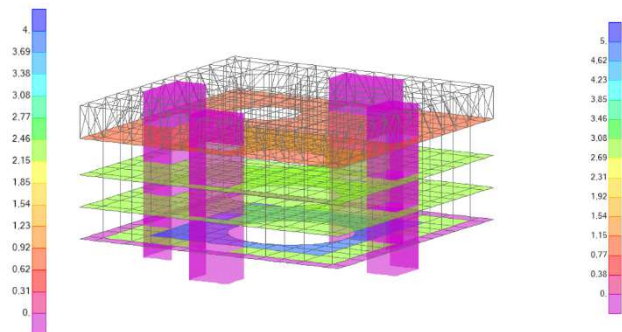


Imagen07_cargas SCU

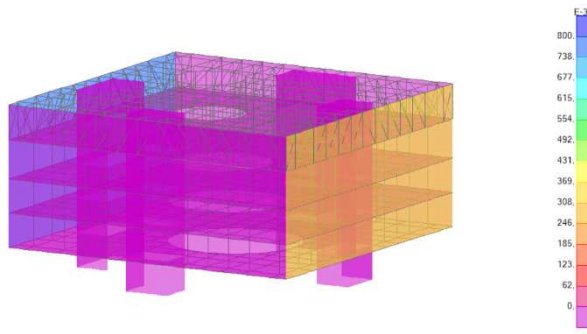


Imagen08_cargas SCVx

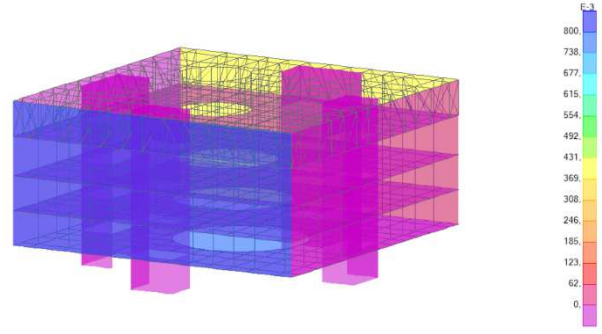


Imagen09_cargas SCVy

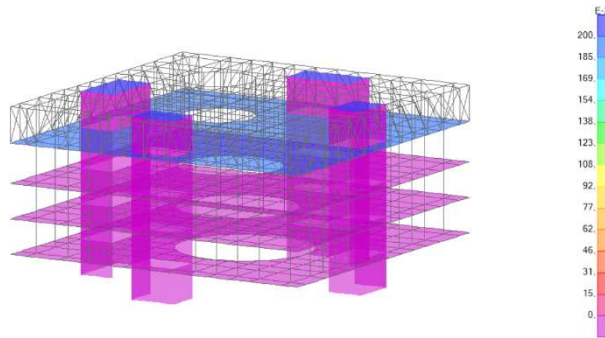


Imagen10_cargas SCN

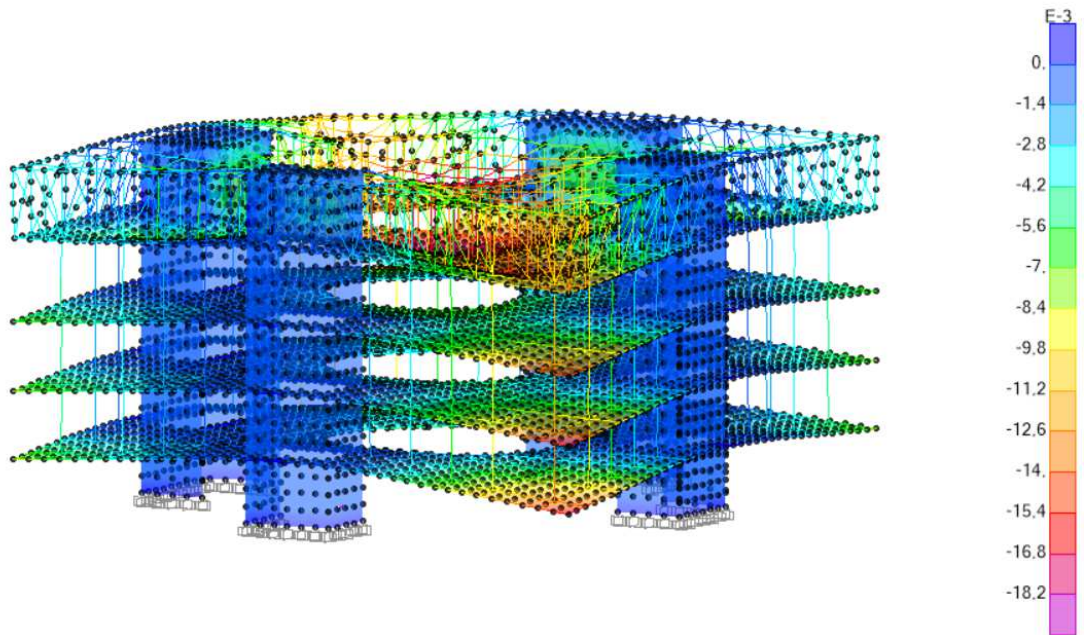


Imagen11_deformada peso propio

4.3. Evaluación de los resultados a deformación

Los límites de flecha a aplicar en el edificio son los nombrados por la normativa DB-SE (4.3.3.1). Concretamente, se verifican tres tipos de deformaciones:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Integridad de los elementos constructivos..... | Deformación $\leq L/500$ |
| 2. Confort de los usuarios..... | Deformación $\leq L/350$ |
| 3. Apariencia de la obra..... | Deformación $\leq L/300$ |

Así, las combinaciones de acciones ELS que se definen en el modelo son ELSintcon, SCU, ELSqpu.

Se seleccionan los puntos más significativos para evaluar el movimiento de la estructura y asegurar la integridad.

La planta 1 y la cercha son los elementos que se examinan ya que son los que presentan mayores deformaciones por tener el mayor diámetro de hueco y por recibir todo el peso de los forjados. Dentro de estos, las zonas a analizar son la esquina de mayor voladizo, el punto intermedio de la mayor luz entre núcleos y el punto más desfavorable del anillo que delimita el vacío.

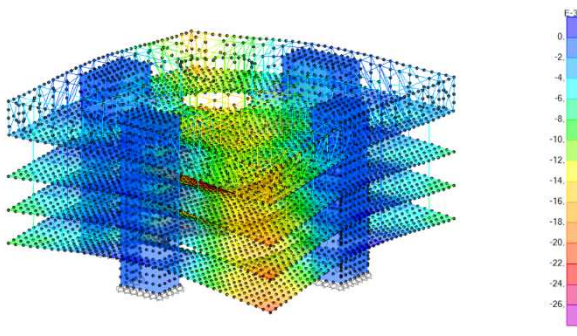


Imagen12_ ELSintcon

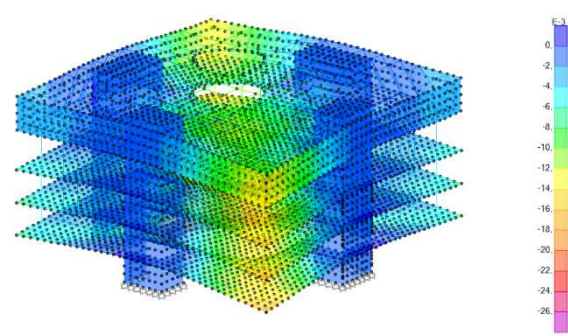


Imagen13_ SCU

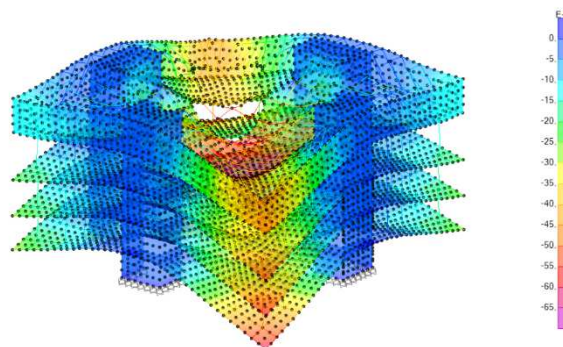


Imagen14_ ELSqpu

Planta 01

1_Voladizo

		INT. CONST.	CONF. USU.	APAR. OBRA
dz1	[mm]	0,0	0,0	0,0
dz2	[mm]	16,9	12,9	51,7
Distancia	[m]	9,60	9,60	9,60
Flecha	[L/]	1136	1488	371

2_Mitad luz entre núcleos

		INT. CONST.	CONF. USU.	APAR. OBRA
dz1	[mm]	0,0	0,0	0,0
dz2	[mm]	17,7	14,4	39,9
Distancia	[m]	9,60	9,60	9,60
Flecha	[L/]	1085	1333	481

3_Anillo perimetral

		INT. CONST.	CONF. USU.	APAR. OBRA
dz1	[mm]	0,0	0,0	0,0
dz2	[mm]	11,5	10,7	19,7
Distancia	[m]	7,50	7,50	7,50
Flecha	[L/]	1304	1402	761

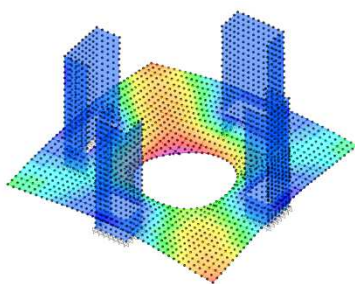


Imagen15_ ELSintcon_P1

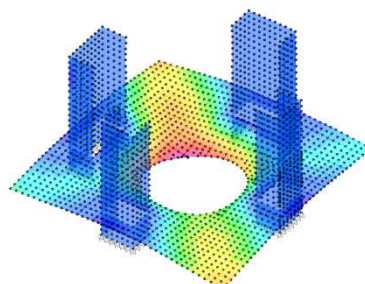


Imagen16_ SCU_P1

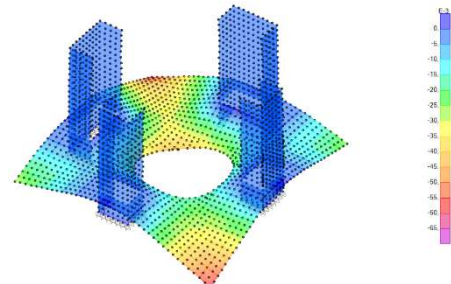


Imagen17_ ELSqup_P1

Cercha

1_Voladizo

		INT. CONST.	CONF. USU.	APAR. OBRA
dz1	[mm]	0,0	0,0	0,0
dz2	[mm]	23,5	18,8	61,8
Distancia	[m]	15,0	15,0	15,0
Flecha	[L/]	1277	1596	485

2_Mitad luz entre núcleos

		INT. CONST.	CONF. USU.	APAR. OBRA
dz1	[mm]	0,0	0,0	0,0
dz2	[mm]	16,9	12,9	51,7
Distancia	[m]	9,60	9,60	9,60
Flecha	[L/]	1136	1488	371

3_Anillo perimetral

		INT. CONST.	CONF. USU.	APAR. OBRA
dz1	[mm]	0,0	0,0	0,0
dz2	[mm]	17,8	74,8	74,8
Distancia	[m]	10,0	10,0	10,0
Flecha	[L/]	1124	1527	404

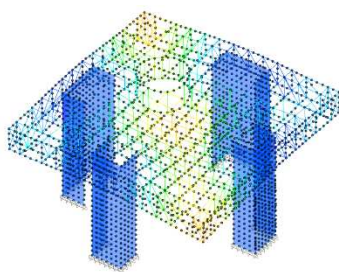


Imagen18_ ELSintcon_cercha

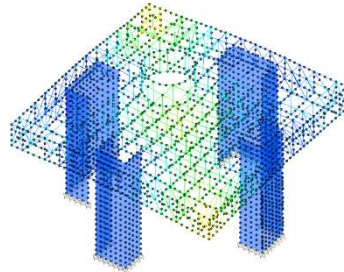


Imagen19_ SCU_cercha

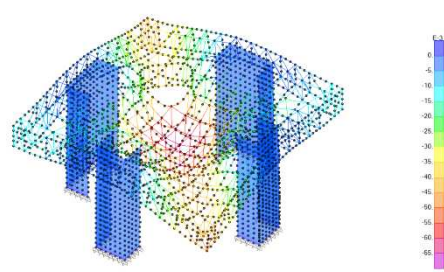


Imagen20_ ELSqpu_cercha

De esta forma, se comprueba que toda la estructura **cumple** los límites de deformación a flecha.

4.4. Evaluación de los resultados a resistencia

Tras determinar el cumplimiento a flecha, se comprueba la estructura a resistencia verificando las barras del modelo en SAP 2000. Tras hacer una primera valoración, los resultados son bastante buenos, pero aparecen unas 34 barras que fallan a resistencia, la mayoría de ellas en la cercha superior.

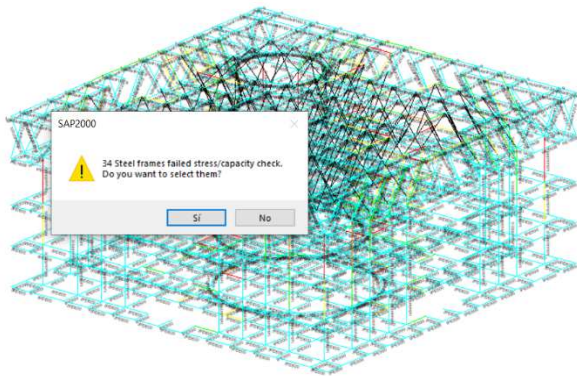


Imagen21_ comprobación a resistencia

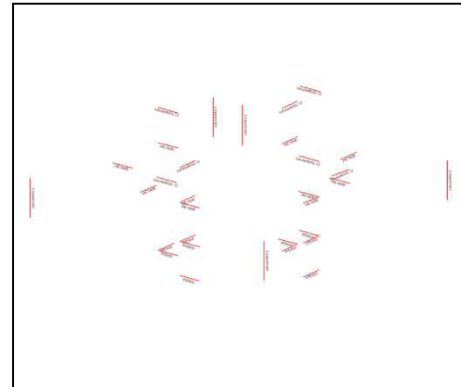


Imagen22_ barras que fallan

Así, se realiza una reasignación de perfiles hasta cumplir el límite, es por ello que en la cercha se encuentra una mayor variedad de perfiles de acero.

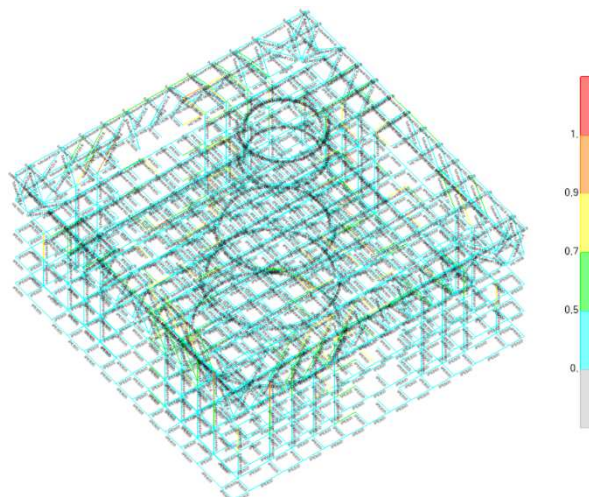


Imagen23_ verificación de resistencia

- Con todo esto, se concluye el cálculo estructural del proyecto, asegurando su validez tanto a flecha como a resistencia para las situaciones y condiciones de carga consideradas.-

A.2 Evaluación del grado de sostenibilidad del edificio con HADES (Herramienta de Ayuda al Diseño para una Edificación más Sostenible)

1. Datos generales

HADES

Herramienta de Ayuda al Diseño
para una Edificación más Sostenible

Versión: 2.0 - mayo de 2018

DATOS DEL EDIFICIO

LOCALIDAD	<input type="text" value="Valencia"/>
CAPITAL DE PROVINCIA	<input type="text" value="Valencia"/>
ALTITUD DE REFERENCIA	<input type="text" value="8 m"/>
LATITUD DE REFERENCIA	<input type="text" value="39 °"/>
¿La localidad tiene otra altitud diferente? Anotar aquí:	<input type="text"/>
ZONA CLIMÁTICA	<input type="text" value="B3"/>
TIPOLOGÍA DEL EDIFICIO	<input type="text" value="OFICINAS"/>
TIPO DE ENERGÍA A UTILIZAR	<input type="text" value="ELÉCTRICA"/>

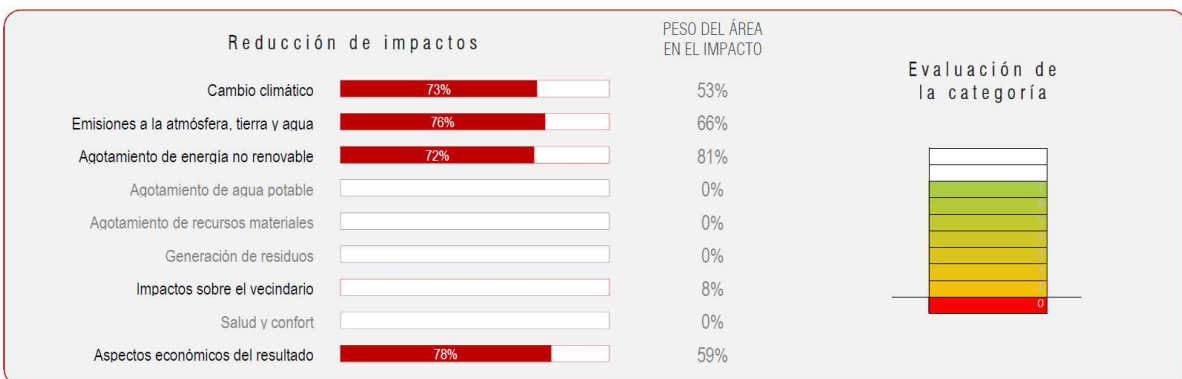
DATOS DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	<input type="text" value="Sede del GBCm"/>
FECHA	<input type="text" value="2019"/>
AUTOR(A)	<input type="text" value="Elena Martínez Cebrián"/>

ÁREAS DE EVALUACIÓN

- ENERGÍA**
- MATERIALES y ECONOMÍA CIRCULAR**
- AGUA**
- CALIDAD DEL**
- CAMBIO CLIMÁTICO**

2. Energía



2.1. Transmitancias

CUBIERTA					0,32 W/m ² K	0,33 W/m ² K
COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA						
Grupo	Material	Espesor (cm)	Lambda (W/m·K)	R.Térmica (m ² K/W)		
HOJA EXTERIOR						
METALES	Aluminio	0,1	230,000	0,000		
AISLANTES	Corcho Expandido con resinas sintéticas	16	0,055	2,909		
IMPERMEABILIZANTES	Lámina asfáltica		0,700	0,000		
FORJADOS	Hormigón	15	2,300	0,065		
COEFICIENTE TRANSMISIÓN TÉRMICA "U"					0,32 W/m²K	

SUELO					0,43 W/m ² K	0,46 W/m ² K
COMPOSICIÓN DEL SUELO						
Grupo	Material	Espesor (cm)	Lambda (W/m·K)	R.Térmica (m ² K/W)		
HOJA EXTERIOR						
ÁRIDOS	Arena y grava		2,000	0,000		
MORTEROS	Mortero de áridos ligeros	10	0,410	0,244		
CÁMARA DE AIRE						
Cámara "NO ventilada"		25		0,16		
HOJA INTERIOR						
FORJADOS	Hormigón	10	2,300	0,043		
AISLANTES	Corcho Expandido con resinas sintéticas	10	0,055	1,818		
PLASTICOS	PVC	0,1	0,170	0,006		
REVESTIMIENTO.INT	Revestimientos de gres	2	2,300	0,009		
COEFICIENTE TRANSMISIÓN TÉRMICA "U"					0,43 W/m²K	

VENTANAS					1,20 W/m ² K	1,4 a 2,0
Marco	Vidrio	% Acristalamiento	Sistema de apertura	¿Doble Ventana?		
Aluminio con RPT	Vidrio con cámara bajo emisivo	100 %	Batiente, oscilante o fijo	SI		
Captación solar	baja	COEFICIENTE TRANSMISIÓN TÉRMICA "U"			1,20 W/m²K	

FACHADA EXTERIOR		5,34 W/m ² K	0,38 W/m ² K	
DATOS GENERALES				
% Superficie de Huecos				
0%				
COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS				
Grupo	Material	Espesor (cm)	Lambda (W/m-K)	R.Térmica (m ² K/W)
HOJA EXTERIOR				
CERRAMIENTOS	Bloque hormigón	0,15	0,923	0,002
AISLANTES	Corcho Expandido con resinas sintéticas	0,07	0,055	0,013
CÁMARA DE AIRE				
Sin cámara de aire		0		
HOJA INTERIOR				
CERRAMIENTOS	Bloque hormigón	0,28	0,923	0,003
COEFICIENTE TRANSMISIÓN TÉRMICA "U"		5,34 W/m²K		ir a comportamiento

2.2. Cumplimiento de fachadas frente al ruido

¿Zona afectada por tráfico aéreo?

	LD (1)	Ra _{TR} CIEGO	Ra _{TR} HUECO	TOTAL
FACHADA (2)	65 - 70 dBA	NO DISPONIBLE	44 dBA	✓

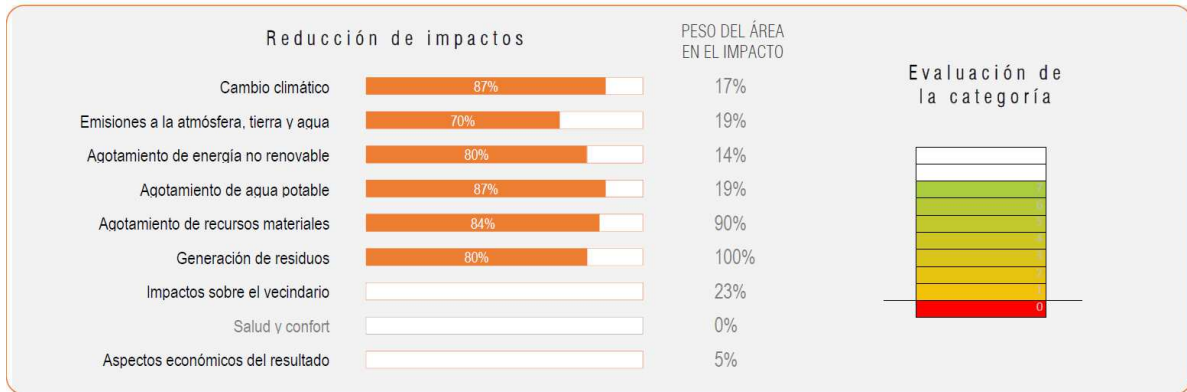
(1) Utiliza los mapas de Ruido de tu Municipio si están disponibles. <http://sicaweb.cedex.es/>

(2) Cálculo basado en los datos aportados para el cálculo de la transmitancia de la fachada

DEFINIR COMPONENTES DE LA FACHADA

volver a CALIDAD AMBIENTE INTERIOR

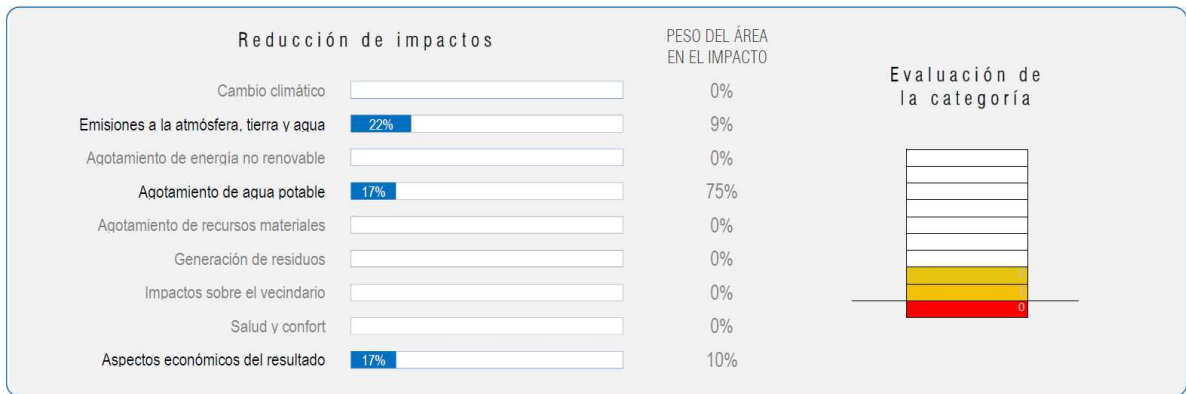
3. Materiales y economía circular



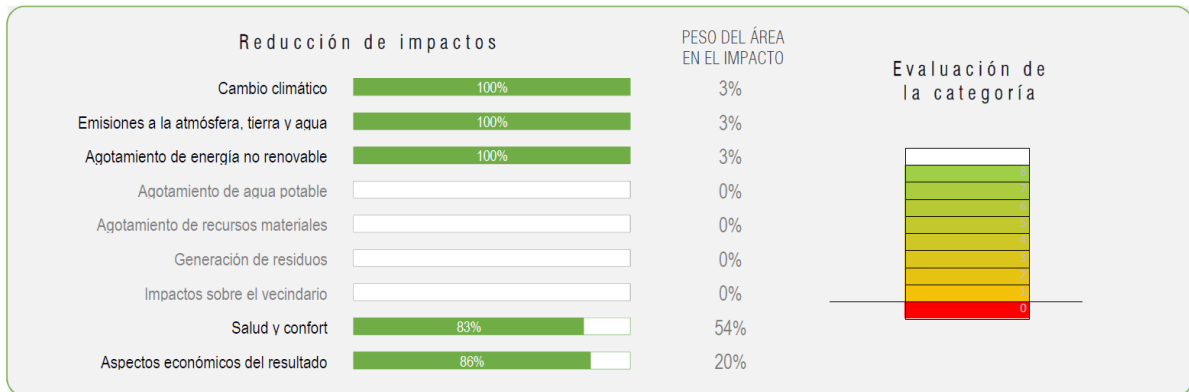
3.1. Análisis de Ciclo de Vida

FACHADAS						
DATOS GENERALES		PUNTUACIÓN GLOBAL		IMPACTO GLOBAL PROMEDIO		
% Superficie de Huecos		5 mejor 0 peor		Energía embebida (MJ/m ²)	kCO ₂ eq/m ²	
57%		2,0		4.916	304	
MATERIALES DE LAS FACHADAS						
Grupo	Material	Espesor (cm)	peso kg/m ²	Energía embebida (MJ/m ²)	kCO ₂ eq/m ²	
1	IMPERMEABILIZANTES	PVC	0,001	1	104	15
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 MEJOR, 0 PEOR)	2,21	2,26
2	MADERAS	Tablero de partículas con cemento	0,016	19	495	29
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)	0,00	0,00
3	AISLANTES	Corcho Expandido con resinas sintéticas	0,16	26	101	6
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)	5,00	5,00
4	MADERAS	Tablero de partículas con cemento	0,16	192	4.954	294
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)	0,00	0,00
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)		
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)		
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)		
VENTANAS						
			peso kg/m ²	Energía embebida (MJ/m ²)	kCO ₂ eq/m ²	
MARCO	Metálico con RPT		32	1.379	109	
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)	3,97	4,44
VIDRIO	Vidrio con cámara bajo emisivo		25	584	36	
				PUNTUACIÓN EN FUNCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (5 PEOR, 0 MEJOR)	0,00	0,00

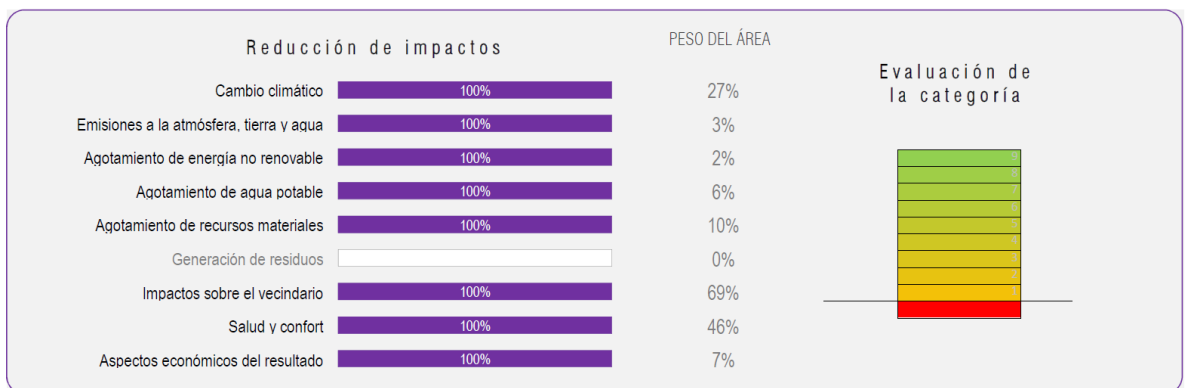
4. Agua



5. Calidad del ambiente interior



6. Adaptación al cambio climático



7. Resultados

